

Vysoká škola báňská – Technická univerzita
Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Trenažér pro kolo
Trainer for Bike

Student:

Adam Tvrz

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Anna Plchová

Ostrava 2017

Zadání bakalářské práce

Student: **Adam Tvrz**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 60 Průmyslový design
Téma: **Trenažér pro kolo**
Trainer for Bike
Jazyk vypracování: čeština
Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši v oblasti stávajících trenažérů na kolo.
2. Navrhněte variantní řešení a zdůvodněte výběr řešené varianty v souladu s cíli práce.
3. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní. Využijte workbench Human Builder - CAD/CAM/CAE systému CATIA.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proveďte nezbytné výpočty, rovněž s využitím speciálních SW.
7. Bakalářská práce bude vyhotovena v souladu s požadavky a předpisy Fakulty strojní.
8. Rozsah práce: min. 35 stran textu mimo přílohy, výkresová část sestavy - formát A1, dílenský výkres.
9. Pro obhajobu zhotovte fyzický model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] FS_SME_05_003 verze: G *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.*,
- [2] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura.* Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [3] NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů.* 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.
- [4] BOHÁČEK, F. *Části a mechanismy strojů I a II.* Brno: VUT Brno, 1987.
- [5] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [6] DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů.* Ostrava: Montanex, 2000. 225s. ISBN 80-7225-018-3.
- [7] Učební texty pro oblast „Ergonomie“ dostupný z www: <URL: <http://lms.vsb.cz/course/view.php?id=30750>
- [8] PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení: skriptum.* 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

.....
Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Adresa trvalého pobytu autora práce:

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

TVRZ, A. Trenažér pro kolo: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2017, 54 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Plchová, A.

Bakalářská práce se zabývá designem trenažéru pro kolo. Návrh je přizpůsoben technickým a ergonomickým aspektům a snaží se o začlenění trenažéru do interiéru. V úvodní kapitole jsou srovnány jednotlivé výrobky a na jejich základě je navrženo ergonomické řešení. Toto řešení má přínos v nasedávání případně sesedávání z kola. V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé návrhy součástí týkající se trenažéru pro kolo. Výpočtová část obsahuje kontrolní výpočet uchycení plynové vzpěry k rámu trenažéru za pomoci čepu. Po výpočtové části následuje MKP metoda provedená na rámovou konstrukci trenažéru.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

TVRZ, A. Trainer for Bike: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2017, 54 p. Thesis head: Dr. Ing. Plchová, A.

The bachelor thesis deals with the design of a bike simulator. The draft is adapted to the technical and ergonomic aspects and tries to integrate the trainer into the interior. The various products are compared in the introductory chapter and after that the ergonomic solution is devised. This ergonomic solution offers the benefit of getting on or getting off the bike. The following chapters describe the individual components of the bike trainer. The calculation part includes the calculation of the gas brace attachment to the bike-simulator's frame by the pin. After the calculation part follows the MKP method used on the frame construction of the bike simulator.

Obsah

Poděkování.....	10
Úvod	12
1 Analýza typů trenažérů	13
2 Typy brždění	14
2.1 Trenažery bržděné odporovou kapalinou	14
2.2 Brždění pomocí odporu vzduchu	15
2.3 Cyklistické válce	15
2.4 Trenažéry s magnetickou brzdou	16
2.5 Trenažéry bržděné elektromagnetickou brzdou	17
3 Cíle Práce	18
4 Metodika řešení	18
4.1 Pojem ergonomie	19
5 Variantní studie DESIGNU	19
5.1 Návrhy	19
5.2 Varianta 1.....	20
5.3 Varianta 2.....	21
5.4 Varianta 3.....	22
6 Plynové vzpěry.....	23
6.1 Plynové píсты.....	23
6.2 Návrh plynového pístu.....	24

6.3 Dimenzování čepu	25
7 Návrh cyklistického válce	27
8 Návrh konstrukce	28
9 MKP analýza.....	30
9.1 CAD model.....	31
9.2 Materiál	31
9.3 Síťování	32
9.4 Okrajové podmínky	32
9.5 Umístění a výpočet síly	33
9.6 Napětí Von Mises	34
9.7 Posunutí.....	35
10 Návrh plochy pro trenažér	36
10.1 Volba dřeva	38
11 Návrh skříně	38
11.1 Volba materiálu skříně.....	38
11.2 Dýhování skříně	39
11.3 Úchytky pro skříň	39
12 Výroba modelu.....	40
12.1 Dělení materiálu	41
12.2 Lepení a dýhování.....	41
13 Catia Human Builder	43

14 Vizualizace	44
15 Závěr	46
16 Seznam zdrojů a literatury	48
Seznam obrázků	50
Seznam použitých programů	54
Seznam příloh	54

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Dr. Ing. Anně Plchové, profesoru Horstu Gondekovi a také MgA. Petrovi Neničkovi za poskytnutí cenných a odborných rad, které pro mne byly velkým přínosem. Dále bych chtěl poděkovat za ochotu a vstřícný přístup během zpracování této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým spolužákům, kteří byli vždy ochotni poskytnout pomoc a rady.

Seznam použitých značek a symbolů

3D	Trojrozměrná (grafika, zobrazení)	
CAD	počítačová podpora návrhářství	
F	zatěžovací síla	[N]
F_{nv}	síla působící na válec	[N]
F_{ra}	reakce v pevné vazbě A	[N]
F_{rb}	reakce v pevné vazbě B	[N]
F_x	síla v ose x	[N]
F_z	síla v ose z	[N]
M_{omax}	maximální moment v čepu	[Nmm]
MKP	metoda konečných prvků	
R_e	mez kluzu	[MPa]
V-Ray	renderovací engine pro 3D vizualizace	
b	velikost spojitého zatížení čepu	[mm]
d	průměr čepu	[mm]
k	výsledná bezpečnost	[-]
k_{min}	minimální požadovaná bezpečnost	[-]
l	vzdálenost vazeb čepu	[mm]
m	hmotnost	[kg]
q	spojité zatížení	[N/m]
α	úhel mezi osou válce a cyklistického kola	[°]
β	doplňkový úhel	[°]
σ_o	napětí v ohybu v čepu	[MPa]
σ_{red}	redukované napětí čepu	[MPa]
τ_s	napětí ve stříhu v čepu	[MPa]

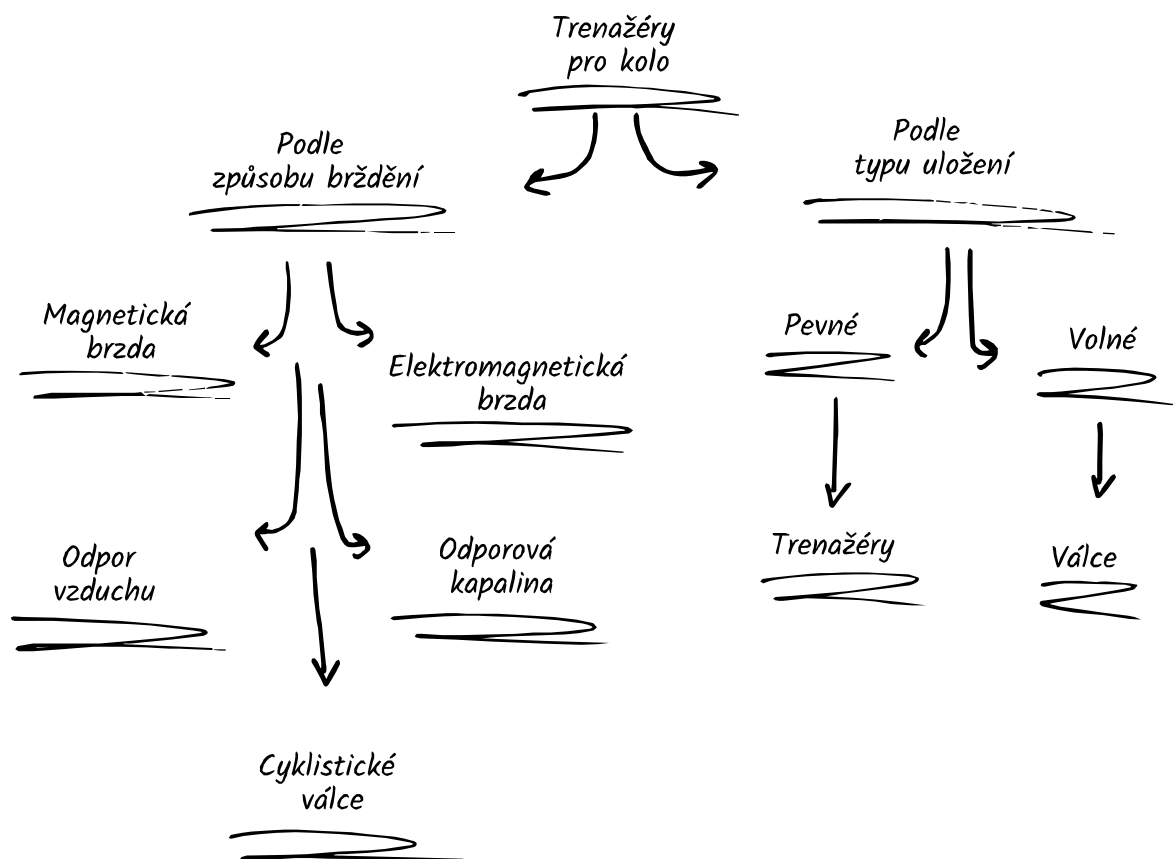
Úvod

Moje bakalářská práce se bude zabývat návrhem trenažéru pro cyklisty. Téma své bakalářské práce jsem si zvolil na základě vypsaných témat, kde jsem si ihned všiml problematiky v oblasti ergonomie dnešních trenažérů, především při nasedávání a sesedávání z kola. Dalším problémem bylo řešení rotujících válců na trenažéru, které mají konstantní průměr po celé své délce, a tudíž nemají žádné ochranné prvky proti spadnutí z trenažéru.

Den, co den jsem se setkával s dalšími nedostatky a jako budoucí designér jsem doslova nucen tyto nedostatky odstraňovat. Úkolem designérů je vymyslet nebo zdokonalit výrobky, lépe je přizpůsobit, vyhovět přáním uživatelů a splňovat ergonomická pravidla. Inspirací pro tuto tvorbu mám z osobního života, kdy se otec věnoval cyklistice na vysoké úrovni. K tomuto sportu mám i já velmi blízko a ocenil bych možnost jízdy na kole při nepříznivém počasí v pohodlí domova.

Trenažér můžeme pořídit za přijatelnou cenu a při dlouhodobém užívání se nám tato investice několikanásobně vrátí. Je to mnohem výhodnější než výdaje za různé vstupy do fitcenter, kde si navíc musíme zvykat na cizí kolo.

1 Analýza typů trenažérů



Obr. č. 1.1 Analýza typů trenažérů

2 Typy brždění

V této kapitole bych Vás chtěl seznámit s trenažéry, které jsou rozděleny podle jejich způsobů brždění. Rozhodl jsem se popsat pouze tento typ rozdělení, jelikož trenažéry podle způsobu uložení by se pouze opakovaly a z obrázků je zřejmé o jaký typ uložení se jedná.

2.1 Trenažery bržděné odporovou kapalinou

Tyto trenažery pracují na přímém převodu pomocí řetězu cyklistického kola připojeného na fluidní odporovou jednotku. Tímto způsobem se eliminují ztráty šlapání z důvodu přesmykování kola při zrychlování či zpomalování. Tato technologie umožňuje tichý chod trenažeru. Kombinace fluidní technologie a vnitřního setrvačníku společně umožňují hladké šlapání. Odpor trenažeru se zvyšuje společně se zvyšující se frekvencí šlapání. Tyto trenažery se objevují s technologií Real Software, které umožňují komunikovat mezi trenažerem, počítačem, tabletem či smartphonem a ovládací jednotkou Touchpad pomocí bezdrátového připojení. [1]

Z ergonomického hlediska je zadní kolo umístěno výše, než se normálně nachází a tímto může uživateli způsobovat problém na cyklistické kolo nastupovat. Konstrukce trenažeru je stabilní a má jednoduše skladný rám. Z designového hlediska je trenažer tvořen oblými tvary inspirovanými cyklistickým kolem.



Obr. č. 2.1 Trenažer s odporovou kapalinou a cyklistou [2]



Obr. č. 2.2 Trenažer real turbo muin-B [3]

2.2 Brždění pomocí odporu vzduchu

Zátěž těchto trenažérů spočívá v odporu vzduchu rotující se vrtulky, která je poháněná válcem, na němž je umístěno zadní cyklistické kolo. Konstrukce je vyrobena z kvalitního kovu. Nastavit si zátěž u tohoto typu trenažéru, bohužel nemůžeme, ta se zvyšuje či snižuje v závislosti na rychlosti šlapání cyklisty. Velmi velkou nevýhodou tohoto trenažérů je hluchost, kterou zadní vrtulka vytváří a má určitý podíl na zvýšení prašnosti. Vzhled trenažéru působí příliš těžkopádně a jen stěží si ho s ním spojíme. Z ergonomického hlediska může být pro cyklistu problém na trenažér nasednout, kvůli vyvýšenému zadnímu kolu. [4]



Obr. č. 2.3 Trenažér s odporem vzduchu [5]

2.3 Cyklistické válce

Tyto konstrukce trenažérů jsou lehké a velmi stabilní a neprobíhá zde žádné brždění. Cyklistické válce tvoří konstantní průměr s osazenými hranami a tím zajišťují bezpečnou jízdu. Osazené konce válců navíc zabraňují sjetí z trenažéru. Konstrukce je doplněna o kloub a tím umožňuje lepší skladnost a manipulaci s trenažérem. Náhon předního válce je zajištěn kvalitní pružnou gumou, která přenáší točivý moment zadního kola na přední. Tento typ trenažérů je vhodný pro trénink i zahřátí před závodem, a hlavně zdokonaluje techniku šlapání a efektivitu jízdy. Přestože je konstrukce stabilní, je nasedávání na trenažér a následné sesedávání nebezpečné, a to z důvodu malé plochy rámu. [4]



Obr. č. 2.4 Cyklistické válce – rozložené [6]



Obr. č. 2.5 Cyklistické válce – složené [6]

2.4 Trenažéry s magnetickou brzdou

Tento typ trenažerů si umožňuje nastavit zátěž v několika možných úrovních a je nastavitelná rovnou z řídítek od cyklistického kola. Válce v lepších verzích bývají potaženy elastomerem, aby bylo zajištěno menší opotřebení pláště kola a nižší hluk. Bývá dodáván i ve verzi rychloupínačů, a to umožňuje cyklistům rychlejší upnutí kola do trenažeru. Ergonomie je opět zde na špatném místě, jako u předchozích případů. [7]



Obr. č. 2.6 Trenažér s magnetickou brzdou [7]



Obr. č. 2.7 Detail rychloupínače [7]



Obr. č. 2.8 Trenažér s magnetickou brzdou – pohled zezadu [7]

2.5 Trenažéry bržděné elektromagnetickou brzdou

Brzdňý systém je tvořen cívkou a elektromagnetem. Intenzita magnetického pole a protékající proud je řízen pomocí počítače. Tato varianta je lepší než magnetická brzda, z důvodů lepší nastavení zátěže, která může být velmi vysoká. Dále je zaručen velmi tichý chod a přesné statistiky. Realistický pocit z jízdy je poskytnut díky motorové brzdě a virtuálního setrvačníku. Ergonomicky je tento trenažér na stejné úrovni jako trenažéry s magnetickou brzdou. [8]



Obr. č. 2.9 Tacx – t2060 s cyklistou [8]



Obr. č. 2.10 Tacx – t2060 – detail [9]



Obr. č. 2.11 Tacx – t2060 [9]

3 Cíle Práce

Mým cílem bakalářské práce je návrh trenažéru pro cyklisty, který bude zakomponován do nábytku. Bude plnit funkci trenažéru na principu cyklistických válců, bude snadno výsuvný a nastavitelný. Nábytek, ve kterém bude upevněn, by měl být modulární a tím uživateli umožnit jeho umístění do kterékoliv obyvatelné místnosti. Materiálově bude trenažér tvořen lehkým kovem s pevnými vlastnostmi odpovídající duralovému hliníku. Konstrukce bude doplněna o plynové písty, pro snazší manipulaci s dvířky skříně. Chtěl bych, aby cyklistické válce tvořily parabolický tvar a aby byly po stranách osazené. Tvar umožňuje lepší stabilitu uživatele a také by zabránil nechtěnému sjetí z válců. Trenažér bych chtěl obohatit sportovními prvky z oblasti designu.

4 Metodika řešení

Tato kapitola bude zaměřena na vývojový průběh mého návrhu od začátku až k finální verzi. Budou zde zobrazeny návrhy a s nimi i problematiky, které vznikali při vytváření konkrétních variant.

4.1 Pojem ergonomie

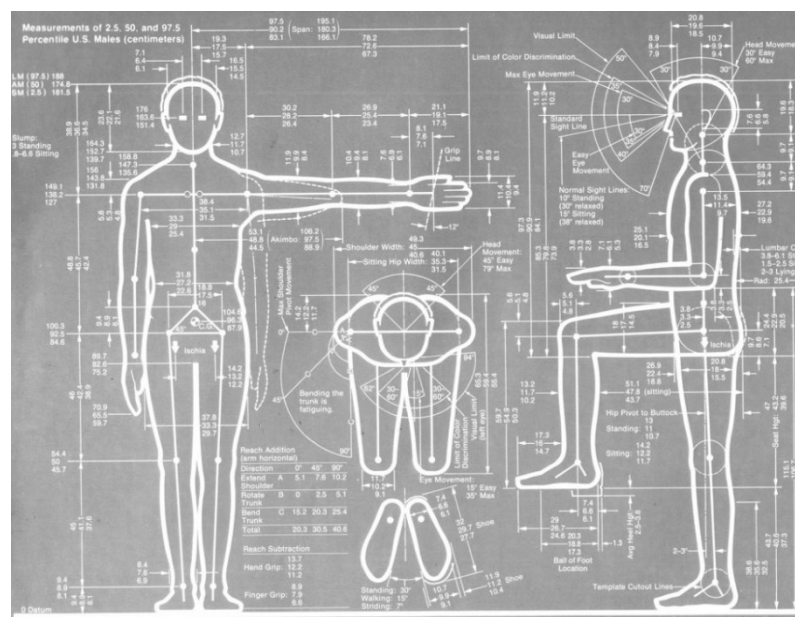
Při kterémkoliv návrhu je potřeba dbát na zásady ergonomie a ty respektovat. Dodržování těchto pravidel nám umožní stanovit správné tvarové řešení a tím zamezit zbytečnému přetěžování člověka.

5 Variantní studie DESIGNU

Po prozkoumání trenažérů pro kolo, které se momentálně na trhu prodávají a mají zajímavý charakter, přejdu k vlastním návrhům, do kterých jsem vložil své požadavky a cíle. Při vyhodnocování rešerše jsem narazil na nedostatky dnešních trenažérů, které jsem se rozhodl řešit.

5.1 Návrhy

V této kapitole Vám budou představeny jednotlivé varianty řešení. Návrhů bylo mnoho, ale představeny budou pouze 3, které vedou ke konečnému řešení. Před samotným začátkem bylo zapotřebí si v prostředí Rhinoceros 5.0 dále už jen Rhino vytvořit ergonomického panáka sedícího na cyklistickém kole pro lepší pohled na dnešní problematiku trenažéru. Pro tvorbu schématu jsem využil ergonomie Henryho Dreyfusse, který byl jeden z nejvýznamnějších produktových designérů v letech 1930 až 1940. Jeho studie ergonomie byla pro svět velkým přínosem a je i dodnes dodržována.

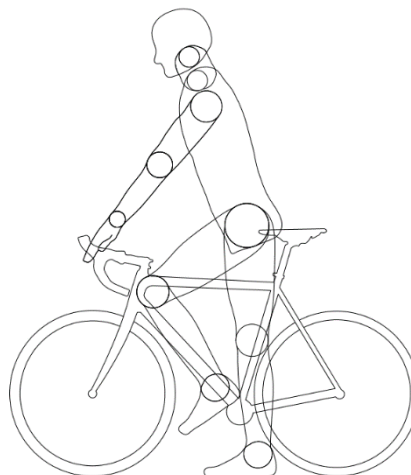


Obr. č. 5.1 Dreyfuss ergonomie [10]

Za pomoci křivek jsem v prostředí Rhino obkreslil ergonomii lidského těla a toho svého. Díky zobrazení ohybových částí těla mi bylo umožněno panáka otočit do mé odpovídající polohy, kde sedím na cyklistickém kole.



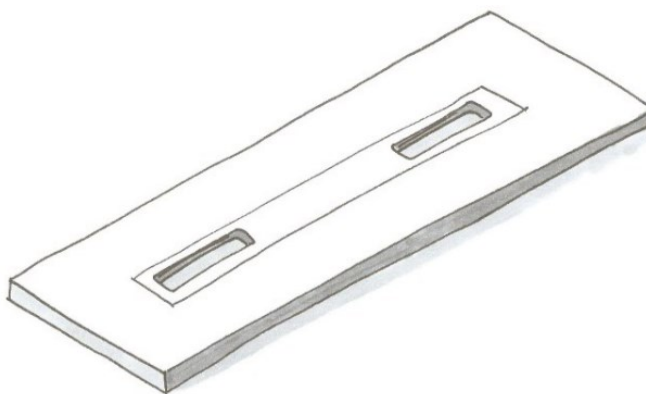
Obr. č. 5.2 Nastupování na kolo



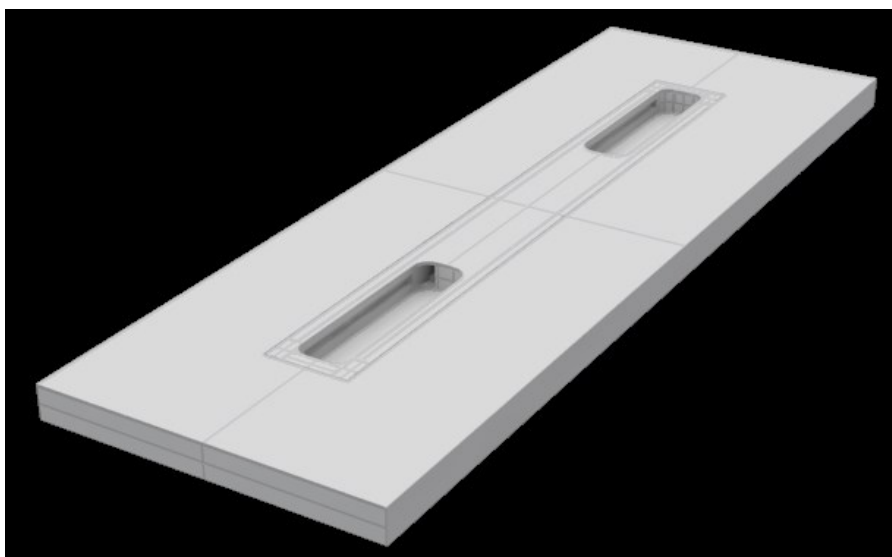
Obr. č. 5.3 Schéma pro návrh skic

5.2 Varianta 1

Hlavní myšlenkou prvního návrhu je, aby trenažér pro kolo byl uložený v podlaze. Toto řešení je možné realizovat pro osoby, které plánují rekonstrukci bytu, v které je zamyšleno úprava podlahy. Dnešní moderní byty mají několik vrstev podlahy a díky této variantě, která je nízká je možné jej umístit právě do podlahy. Je zde vyřešen hlavní problém všech dnešních trenažérů, a to jejich nesprávná ergonomie a riziko pádu při nasedávání na kolo. Výhodou této varianty je, že dodržuje správnou ergonomii při nasedávání na cyklistické kolo. Tento trenažér disponuje pouze jednou nevýhodou, a to nemožností jej přesunout na jiné místo v domácnosti, tudíž si uživatel musí dopředu rozmyslet, kam daný trenažér bude umisťovat.



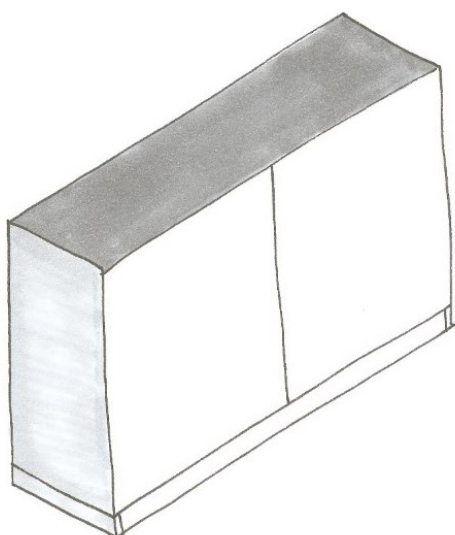
Obr. č. 5.4 Skica trenažéru v podlaze



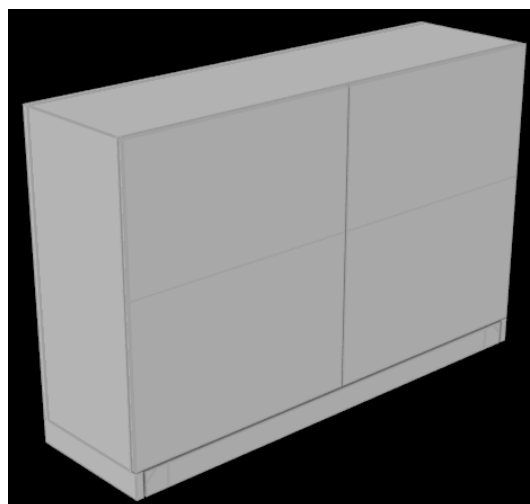
Obr. č. 5.5 Trenažér v podlaze – Rhino model

5.3 Varianta 2

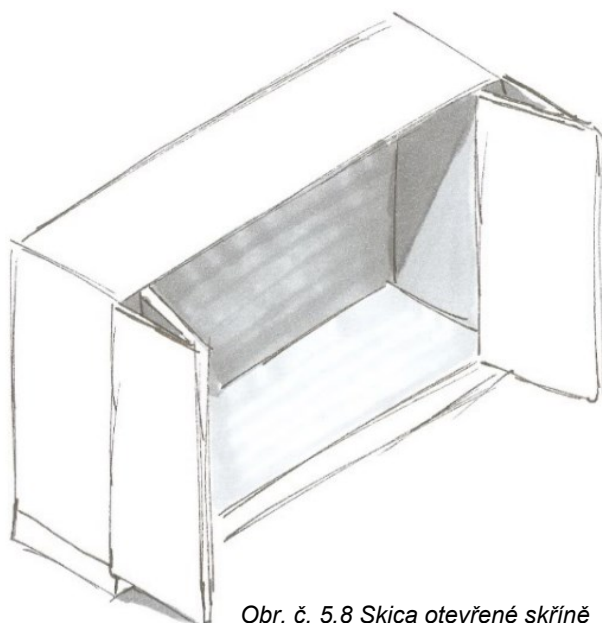
Druhý návrh vyřešil předešlý problém s nemožností manipulace s trenažérem. Snažil jsem se zde trenažér umístit do nábytku, kde by měl uživatel možnost umístit své kolo tak, aby ho měl vždy po ruce. Problémem této varianty by mohla být stabilita výsuvného trenažéru zpod skříně a tím by mohla ohrozit zdraví osoby užívající trenažér.



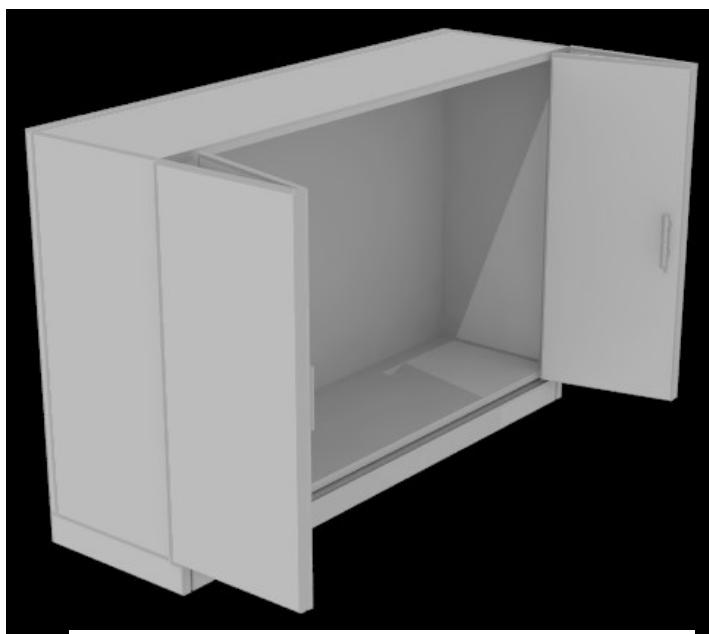
Obr. č. 5.6 Skica uzavřené skříně



Obr. č. 5.7 Uzavřená skříň - Rhino model



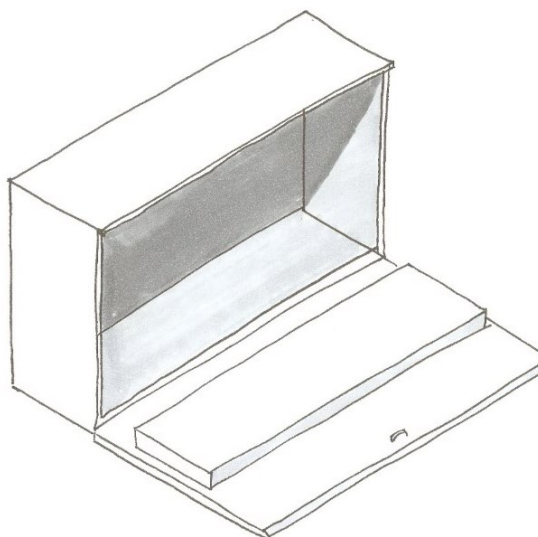
Obr. č. 5.8 Skica otevřené skříně



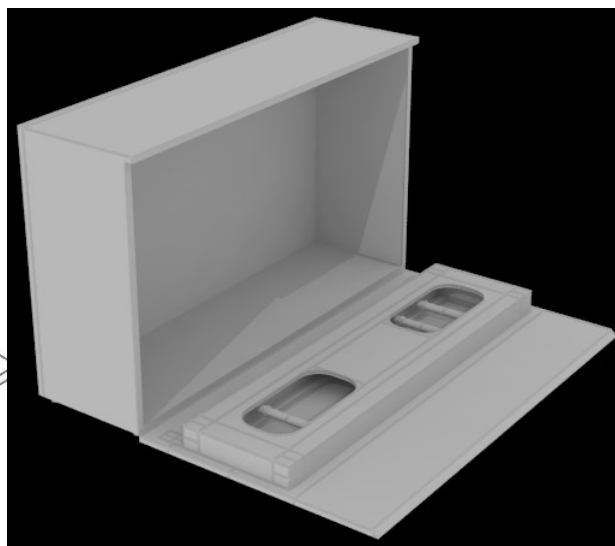
Obr. č. 5.9 Otevřená skříň – Rhino model

5.4 Varianta 3

Tímto vybraným návrhem jsou vyřešeny problematiky obou předchozích variant, jak nemožností trenažér přesouvat na jiné místo nebo jeho nestabilita. V této variantě je trenažér připevněn na vyklápějící se desku skříně. Tato deska je upevněna pomocí kloubových pantů, které nám umožňují vyklopení o 90 stupňů. Taktéž je tento systém otevírání podpořen plynovými písty, které tlumí otevírání a zavírání dvířek. Díky přidaného ramene pomáhá uživateli s manipulací dvířek, a tak zmenšuje vynaloženou sílu při zavírání.



Obr. č. 5.10 Skica otevřené skříně



Obr. č. 5.11 Otevřená skříň – Rhino model

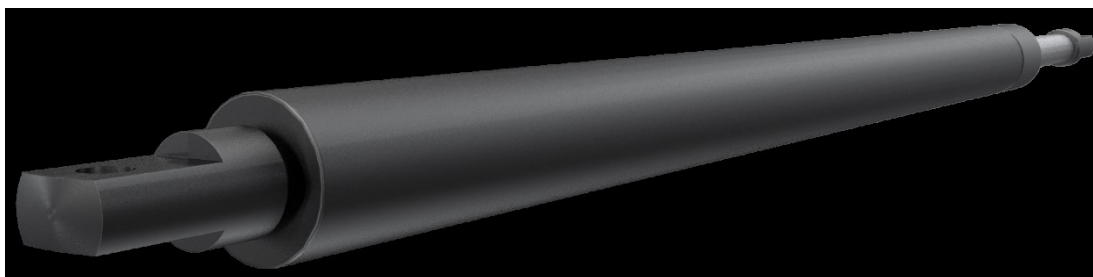
6 Plynové vzpěry

Plynové vzpěry si lze představit jako pružiny, které svým pohybem ulehčují uživateli se zvedáním krytů a vík. Jedná se o strojírenský výrobek, kde tělo vzpěry je tvořeno ocelovým válcem (tenkostěnná tažená trubka) a pístnici neboli tyč, která je vyhotovena z chromu nebo broušeného nitridu. Dovnitř válců je natlačován inertní plyn, nejčastěji dusíkem a na straně pístnice je uzavřen těsněním, které zajišťuje výsuv pístnice bez jakékoliv ztráty či úniku plynu. [11]

6.1 Plynové píсты

Plynové píсты nabízejí v dnešní době široké spektrum výběru. Rozdílů jsou v jejich síle nebo jejich vysouvající se délce, popřípadě s tím souvisejícím průměrem. Plynové píсты můžeme nalézt jak v domácnosti u nábytku, tak i v automobilovém průmyslu, a to konkrétně u kufrů aut.

V mém řešení jsou píсты přimontované k bočním stěnám skříně a ramenům pák, které slouží k tomu, aby se při zavírání skříně píst otevíral a tím uživateli pomohl snáze trenažér uzavřít. Píсты plní také funkci brždění, a tudíž pomáhají k plynulému pohybu dosednutí dvířek na zem v opačném případě k dovření.



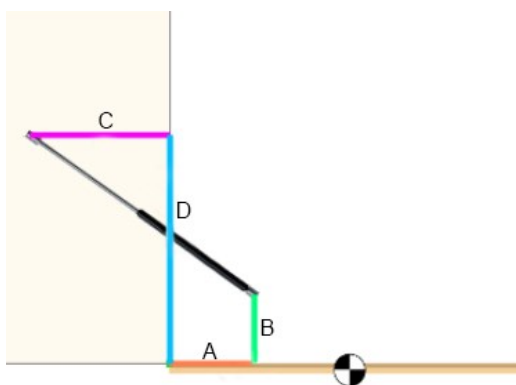
Obr. č. 6.1 Plynový píst – V-Ray vizualizace

6.2 Návrh plynového pístu

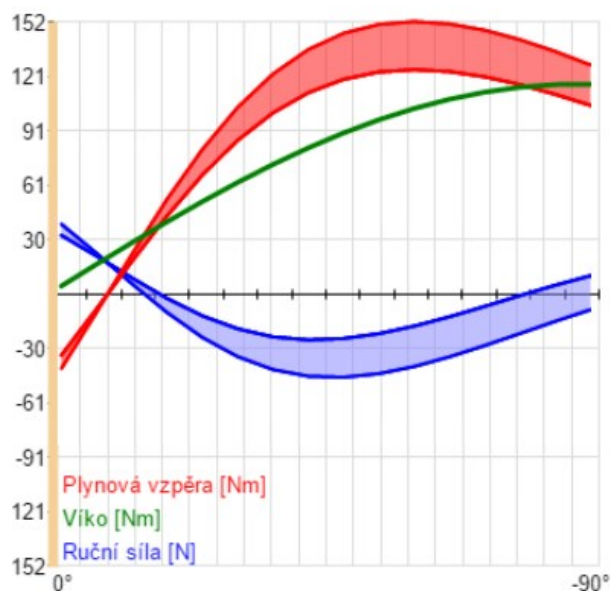
Navržený plynový píst musí mít dostatečnou sílu na to, aby uživateli pomohl se zavíráním dveří, na kterých je umístěný trenažér. Dalším kritériem je jeho umístění ve skříni. Musí se nacházet na takovém místě, aby nezavázal trenažér při jeho zavírání a tím nezpůsobil nedovírání dveří. Plynovou vzpěru (14-28-400) o síle $F = 150\text{ N}$ jsem volil a umístil do skříně dle výrobce. Ten nabízí při výběru konfigurátor, který nám zprostředkovává grafické umístění a průběh sil probíhajících během otevírání/zavírání pístu.

Rozměry [mm]	
A	280
B	-230
C	466
D	760

Obr. č. 6.2 Tabulka rozměrů [12]



Obr. č. 6.3 Umístění vzpěry ve skříni [12]



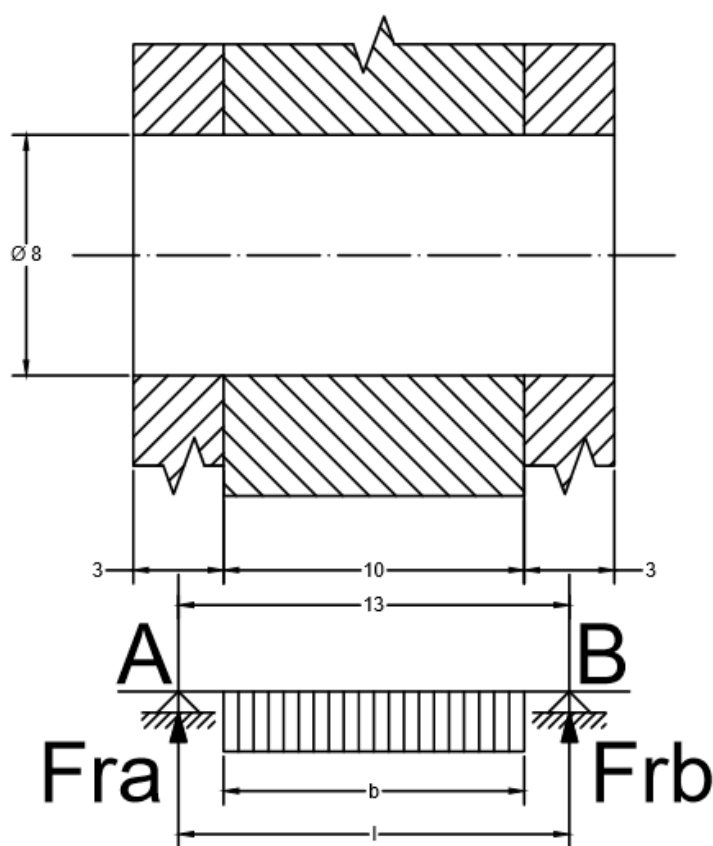
Obr. č. 6.4 Grafický průběh sil [12]

Z grafického průběhu sil viz. Obr. č. 6.4 vyplývá, že maximální síla nutná k zavření trenažéru činní přibližně 45 N.

6.3 Dimenzování čepu

Při dimenzování čepového spoje jsou hlavními výpočty ohyb a otláčení, smykové namáhání se zanedbává.

Čep je zatěžován plynovým pístem, který generuje sílu rovnu velikosti $F = 150 \text{ N}$ a samotnou váhou dveří s trenažérem o hmotnosti 65 kg . Na jeden čep působí poloviční zatížení dveří a trenažéru. Pro výpočet volím váhu 65 kg na jeden čep. Materiál pro čep jsem volil ocel 11 600, jejíž mez kluzu je $R_e = 294 \text{ MPa}$. Minimální součinitel bezpečnosti volím $k_{min} = 2,5$. Plocha čepu je označena písmenem s [mm^2].



Obr. č. 6.5 Schéma čepového spoje

Výpočet maximálního momentu:

$$M_{omax} = F_{ra} \cdot \frac{l}{2} + \frac{F}{2} \cdot \frac{b}{4} \quad (6.1)$$

$$M_{omax} = 32,5 \cdot 9,81 \cdot \frac{13}{2} + \frac{150}{2} \cdot \frac{10}{4} = 2\,259,863 \text{ [Nmm]}$$

Výpočet napětí v ohybu:

$$\sigma_o = \frac{M_{omax}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \quad (6.2)$$

$$\sigma_o = \frac{2\,259,863}{\frac{\pi \cdot 8^3}{32}} = 44,959 \text{ [MPa]}$$

Výpočet napětí ve střihu:

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot s} \quad \tau_s = \frac{F}{\frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4}} \quad (6.3)$$

$$\tau_s = \frac{150}{\frac{2 \cdot \pi \cdot 8^2}{4}} = 1,492 \text{ [MPa]}$$

Výpočet redukovaného napětí:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \quad (6.4)$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{44,959^2 + 3 \cdot 1,492^2} = 45,033 \text{ [MPa]}$$

Součinitel bezpečnosti:

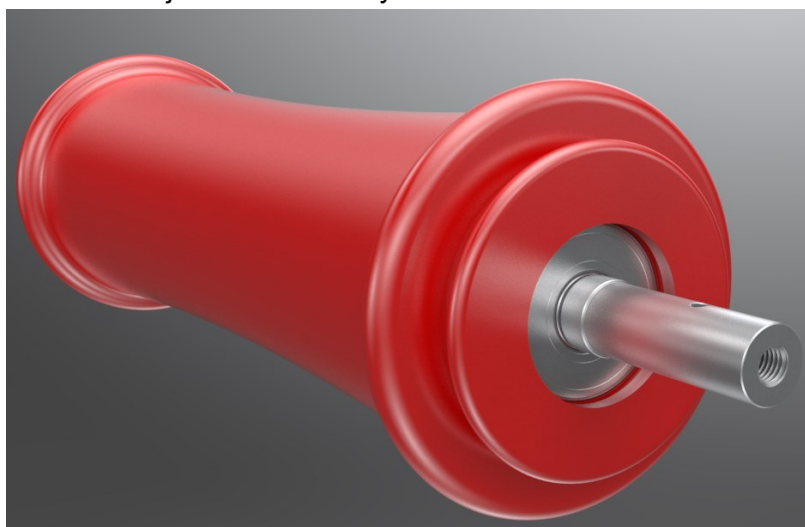
$$k = \frac{Re}{\sigma_{red}} \leq k_{min} \quad (6.5)$$

$$k = \frac{294}{45,033} \leq 2,5$$

$k = 6,529 \rightarrow$ součást vyhovuje

7 Návrh cyklistického válce

Cyklistický válec je navržen speciálně pro můj tretražér. Jeho tvar je kombinací dnešních cyklistických válců, osazením po stranách, které zabraňuje sjetí a také parabolický tvar, který pomáhá cyklistovi držet se ve středu válců. Cyklistický válec je tvořen ocelovou hřídelí z materiálu 11 600, která je osazena jednořadými kuličkovými ložisky typu 6203-2Z. Tato ložiska jsou z obou stran krytá plechem, a tedy jsou bezúdržbová, jelikož se do ložiska nedostávají žádné nečistoty.



Obr. č. 7.1 Cyklistický válec – Rhino V-Ray vizualizace

Na přední a prostřední válec je nasazena vysoce kvalitní elastická guma, která pomáhá přenášet točivý moment prostředního válce. Elastická guma se nasazuje na krajní osazení cyklistického válce. Rotace předního válce je velmi důležitá a pomáhá tak uživateli držet snadněji rovnováhu.

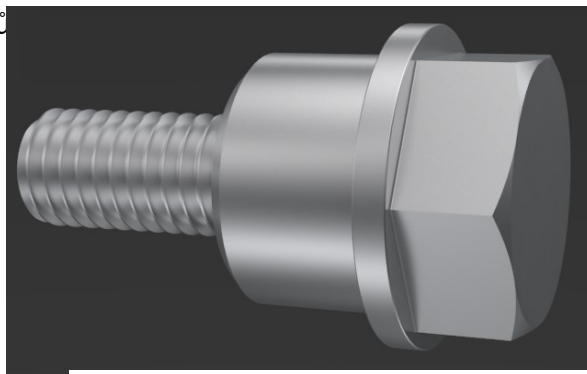


Obr. č. 7.2 Elastická guma [13]



Obr. č. 7.3 Ložisko 6203-2Z-Rhino V-Ray

Hřídel cyklistického válce má po stranách díry pro ocelové upevňovací šrouby, které jsou také vyrobeny přímo pro tento typ trenažéru. Do hřídele je vyvrtaná díra, pro umožnění páky při utahování šroubů

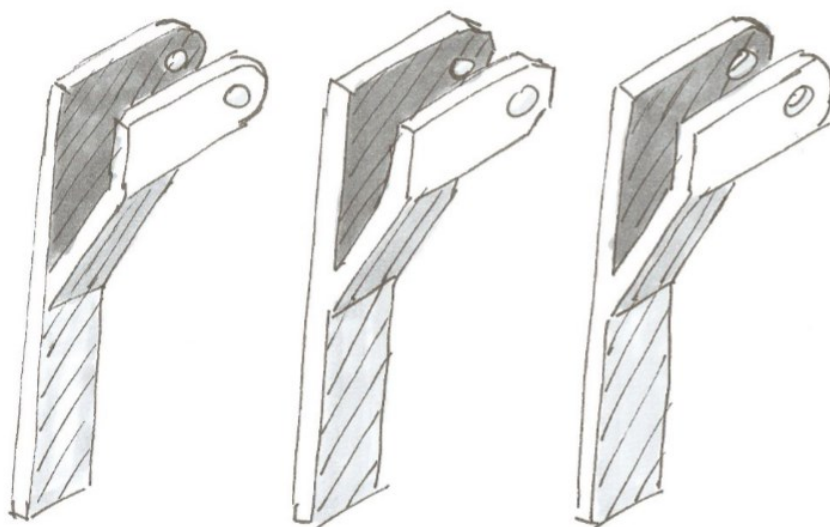


Obr. č. 7.4 Upevňovací šroub – Rhino V-Ray

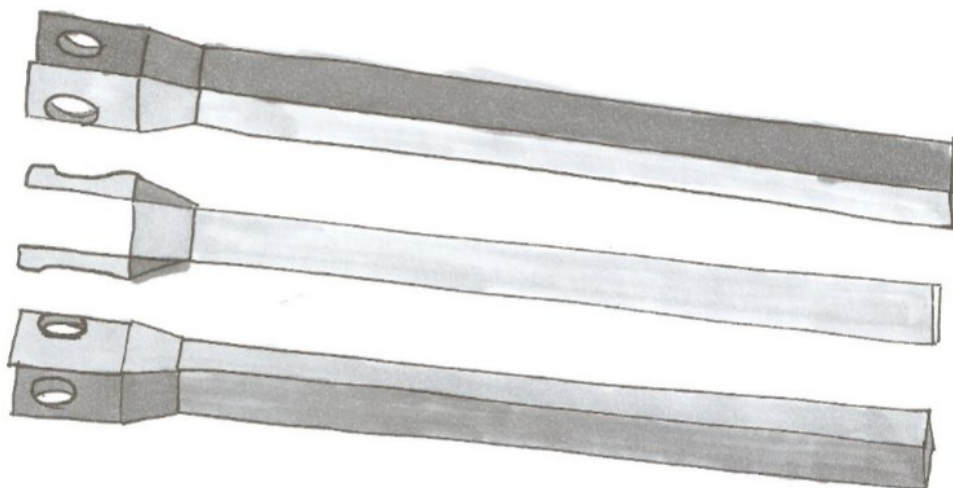
8 Návrh konstrukce

Konstrukce trenažérů je navržena tak, aby odolala dynamickému zatížení člověka. Materiál této konstrukce je tvořen duralovým hliníkem. Ten má velmi vysoké mechanické vlastnosti a s hustotou 2.7 g/cm^3 je velmi lehký kov. Nosníky okolo konstrukce jsou navrženy tak, aby při usazení latí vyvolaly pocit, že celý trenažér stojí pouze jen na nohách této konstrukce. Tyto nohy jsou doplněny o díry, přesněji o šest děr po každé straně v přední části konstrukce a o čtyři díry v zadní části.

Jako každý návrh se i tento neobešel bez problémů. Hlavním problémem bylo vyřešit uchycení plynového pistu k této konstrukci, a hlavně zvolit správný tvar ramena páky. Rameno je zde velmi nedílnou součástí této konstrukce, a to z důvodu opačného způsobu účinku plynového pistu, který při zavírání pomáhá uživateli s hmotností dveří.



Obr. č. 8.1 Skica variant pák č. 1



Obr. č. 8.2 Skica varianta ramena páky č. 2

Rameno páky jsem zvolil variantu č. 2. U této varianty dochází k přechodu vztahu mezi konstrukcí, která je převážně tvořena hranami a plynovými písty, které jsou na tvořeny oblými tvary. Tedy mezi plynovým pístem a konstrukcí dochází k plynulému přechodu a je také zachován úhel ramena páky při plném otevření dveří skříně.



Obr. č. 8.3 Přechod mezi ramenem páky a plynovým pístem – Rhino model

Tato konstrukce splňuje mé dva cíle, které jsem si na začátku stanovil. První cíl je, že konstrukce disponuje variabilním nastavením vzdálenosti cyklistických válců a není určena pouze pro jeden typ kol. Druhým cílem je vyřešena problematika s ergonomií při nasedávání a sesedávání z kola. Tuto problematiku vyřešily delší nosníky v zadní části konstrukce.



Obr. č. 8.4 Rámová konstrukce Rhino V-Ray vizualizace

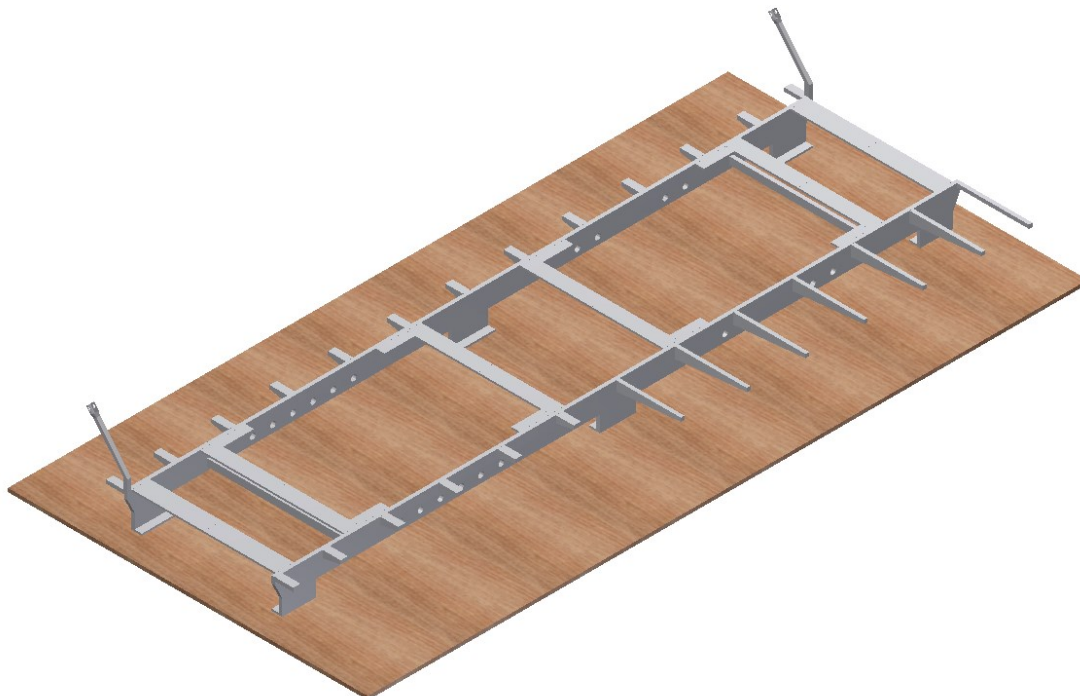
9 MKP analýza

Metoda konečných prvků zkráceně MKP je numerická metoda, která slouží k simulaci skutečné události. Pomocí této metody jsme schopni simulovat průběhy napětí, vlastní frekvence, deformace, posunutí a mnoho dalšího.

Tato metoda má mnoho kladů, ušetří konstruktérovi čas a finance, jelikož se jedná pouze o simulaci skutečné události, kterou můžeme provádět opakovaně bez jakýchkoliv nákladů. Hlavní nevýhoda této metody spočívá v hlídání mechanických vlastností. Autodesk Inventor Professional 2015 dále jen Inventor počítá s materiálem jako ideálním, tedy že Youngův modul pružnosti (poměr mechanického napětí v tahu k poměrnému prodloužení pod napětím) je na celé své délce lineární, a tak nikdy nedojde k poškození materiálu. V mém konkrétním případě se budeme zabývat posunutím a průběhem napětí, která budou vznikat při daném zatížení.

9.1 CAD model

3D model byl vytvořen v programu Rhino a následně importován do programu Inventor, kde byla provedena MKP analýza konstrukce trenažéru.



Obr. č. 9.1 Inventor model

9.2 Materiál

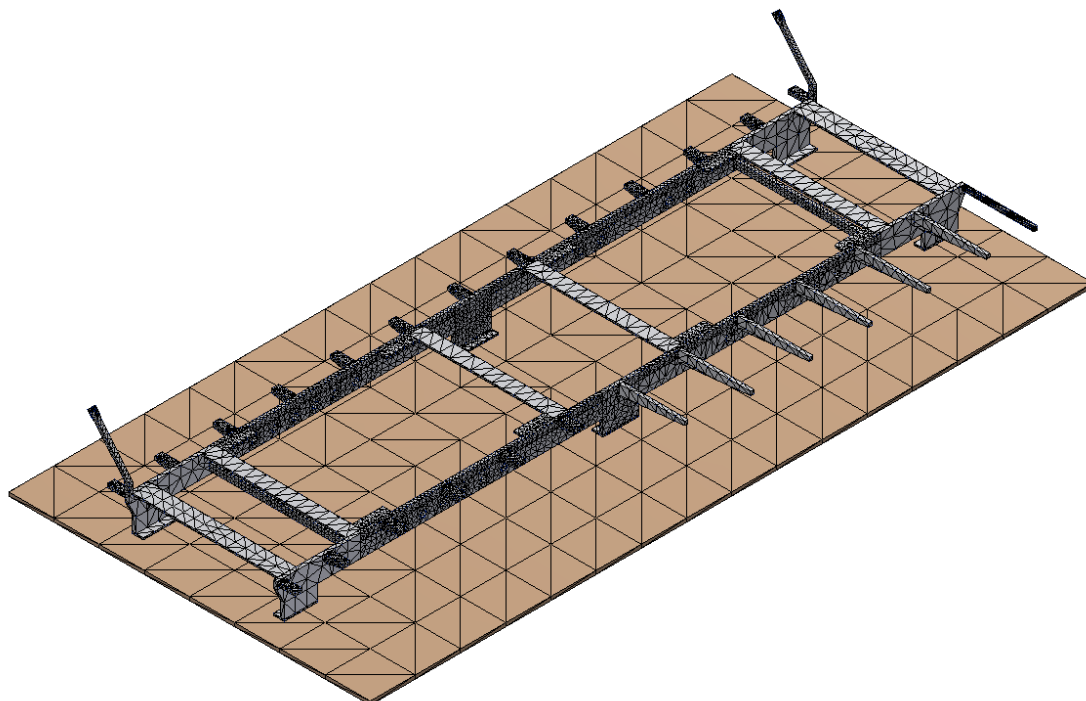
V Inventoru jsem si zvolil materiál konstrukce Hliník 6061 (EN AW-6061), který jak už bylo dříve zmíněno, má velmi dobré mechanické vlastnosti.

Mezinárodní označení	Chemický symbol	Stav	Minimální staticko-mechanické parametry*			
			Mez pevnosti	Mez kluzu	Tažnost	Tvrdost die Brinella
			R_{m} [MPa]	$R_{p0.2}$ [MPa]	A_5 [%]	HBW _{2.5/62.5}
EN AW-1350A	EAl 99,5	H112	65	20	23	18
EN AW-6060/6063	AlMgSi/AlMg0,7Si	T5/T6	245	195	10	75
EN AW-6005A	AlSiMg	T5/T6	280	235	8	80
EN AW-6061	AlMg1SiCu	T5/T6	290	250	9	85

Obr. č. 9.2 Staticko-mechanické parametry prvků [14]

9.3 Síťování

Pro vytvoření sítě jsem použil funkce automatické generaci sítě, kde jsem následně poupravil hodnoty této sítě, aby se co nejvíce podobaly skutečnosti.



Obr. č. 9.3 Síťování

9.4 Okrajové podmínky

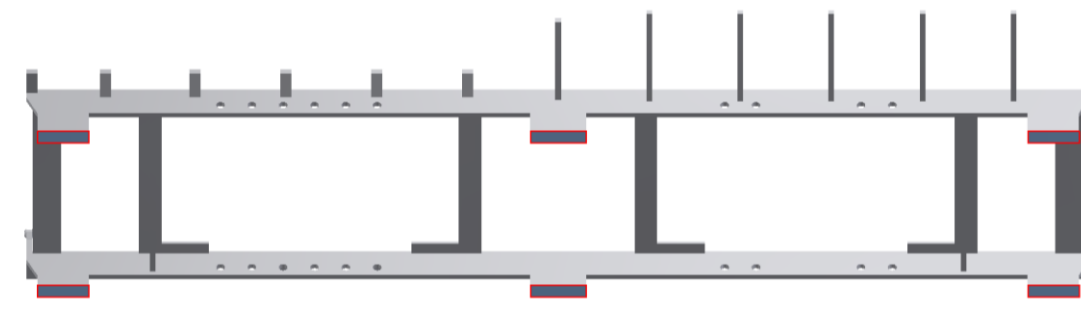
Okrajové podmínky jsou nejdůležitějším krokem analýzy, a proto musíme dbát na jejich správné zadání, tak aby co nejvíce odpovídaly silám a vzbám vzniklých při používání součásti.

A) Zatěžující síla:

Zatěžující sílu jsem zvolil o velikosti $F = 3000 \text{ N}$, která je 2,5 krát větší než by měla činit hmotnost cyklisty a kola. Tato síla je volena z důvodu, že při nasedávání a sesedávání vzniká dynamická síla, a tudíž je potřeba konstrukci zatížit větší silou, abychom měli jistotu, že danému zatížení odolá.

B) Vazby:

Jako jediná pevná vazba je volena podstava, na které celá konstrukce stojí. Pro plochy, kde se trenažér dotýká podstavy, jsem zvolil separaci a zbylé dotyky jako vázané.



Obr. č. 9.4 Dotyky – separace

9.5 Umístění a výpočet síly

Na zadní válec volím zatížení $F = 3000 \text{ N}$ a na přední válec zatížení $F = 2000 \text{ N}$. Sílu na zadní válec je potřeba rozložit do jednotlivých složek F_x a F_z , aby síla byla správně zadána pod úhlem. Úhel α je $14,82^\circ$, který odpovídá umístění silničního kola na cyklistické válce při zvolení nejvzdálenějších otvorů pro umístění válců v zadní části konstrukce.

Rozklad sil na jeden válec

$$F_{nv} = \frac{\frac{F}{2}}{\cos(\alpha)} \quad (9.1)$$

$$F_{nv} = \frac{\frac{3000}{2}}{\cos(14,18)} = 1547,14 \text{ N}$$

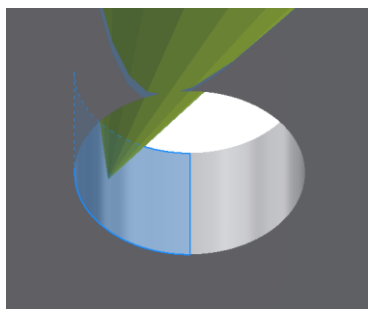
$$F_x = \frac{F_{nv}}{\cos(\beta)} \quad (9.2)$$

$$F_x = \frac{1547,14}{\cos(75,82)} = 379 \text{ N}$$

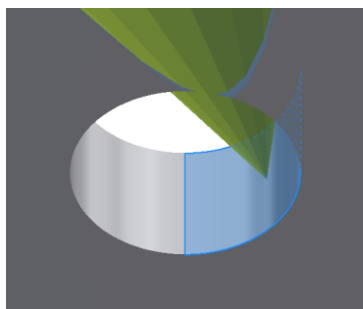
$$F_z = \frac{F}{2} \quad (9.3)$$

$$F_z = \frac{3000}{2} = 1500 \text{ N}$$

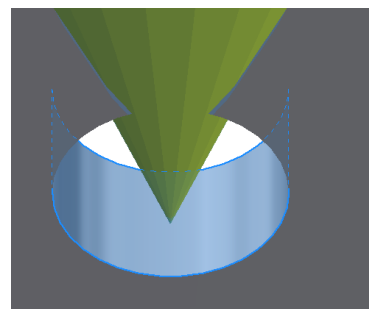
Jelikož válec působí na plochy symetricky, tak síly F_x a F_z jsou poloviční.



Obr. č. 9.5 Umístění síly 1



Obr. č. 9.6 Umístění síly 1



Obr. č. 9.7 Umístění síly 2

Upravit sílu

☒ Plochy ☐ Směr

Velikost: 773.570 N

☒ Použít vektorové komponenty

Fx: 189.500 N

Fy: 0.000 N

Fz: -750.000 N

Obr. č. 9.8 Zadání síly 1

Upravit sílu

☒ Plochy ☐ Směr

Velikost: 1000.000 N

☒ Použít vektorové komponenty

Fx: 0.000 N

Fy: 0.000 N

Fz: -1000.000 N

Obr. č. 9.9 Zadání síly 2

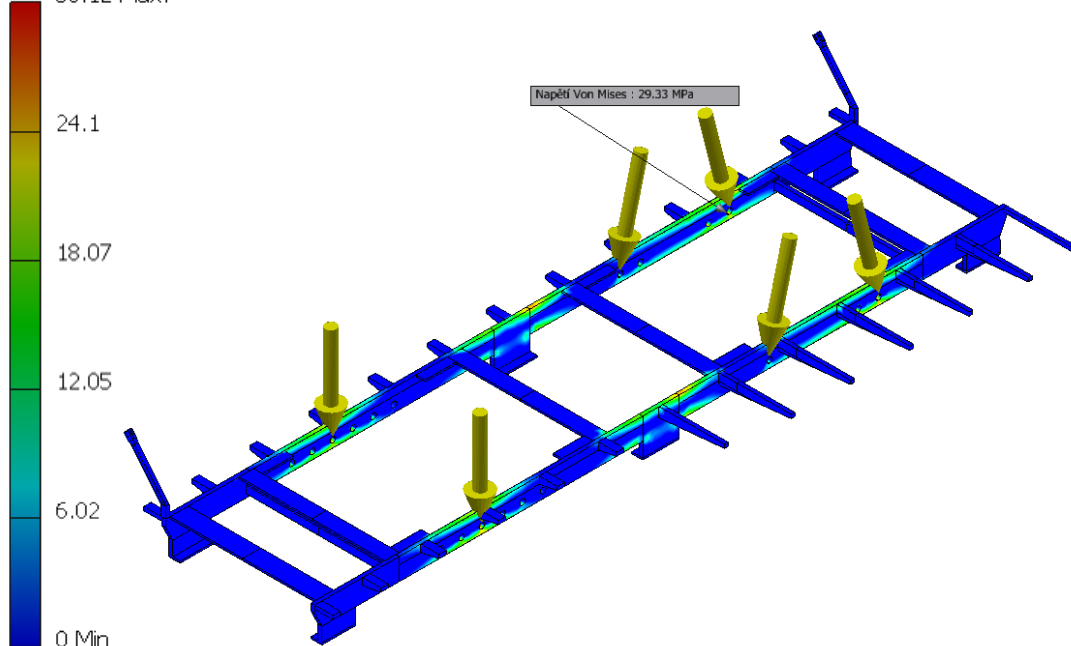
9.6 Napětí Von Mises

Typ: Napětí Von Mises

Jednotka: MPa

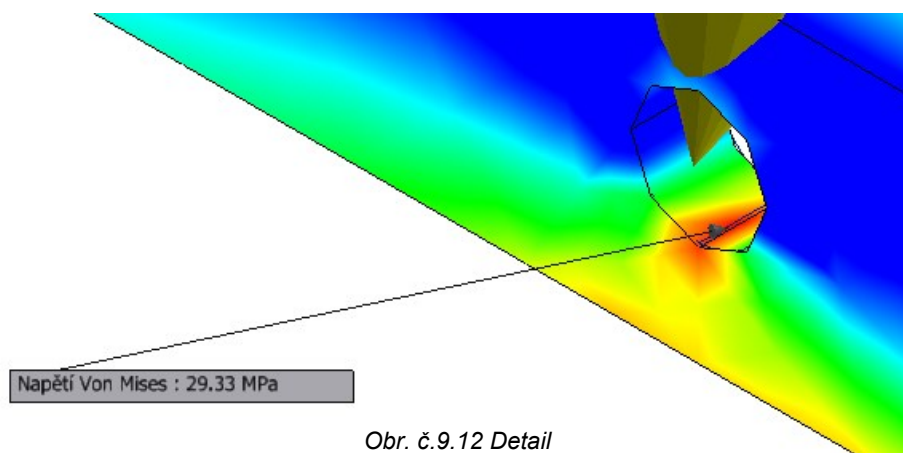
5/8/2017, 2:58:40 AM

30.12 Max.



Obr. č. 9.10
Velikost napětí

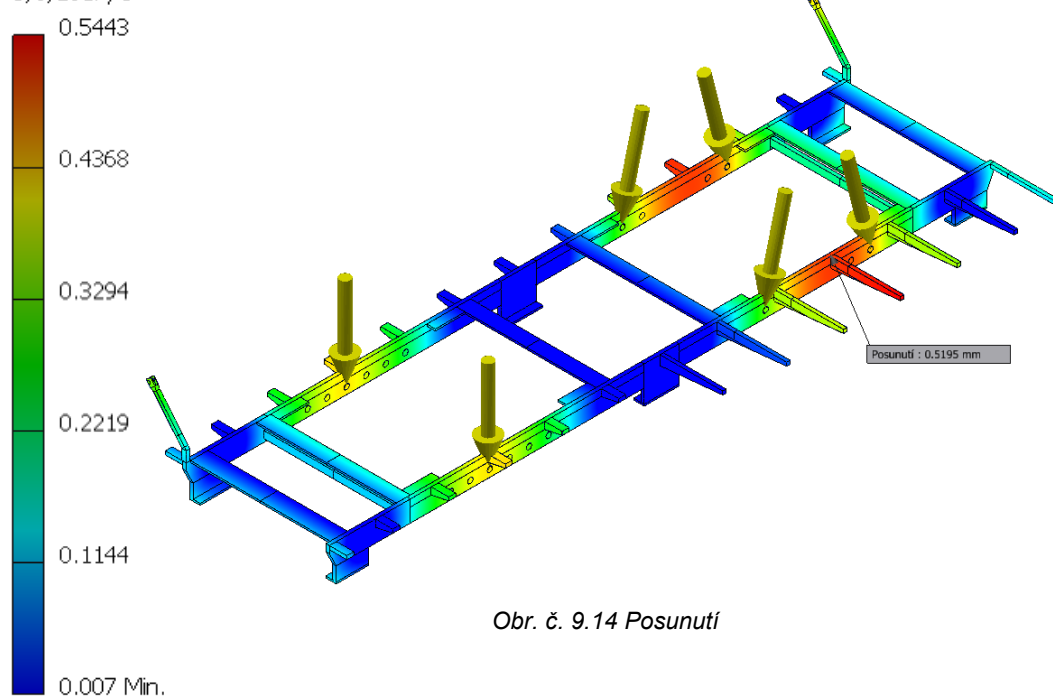
Obr. č. 9.11 Velikost napětí



Obr. č.9.12 Detail
napětí Von Mises

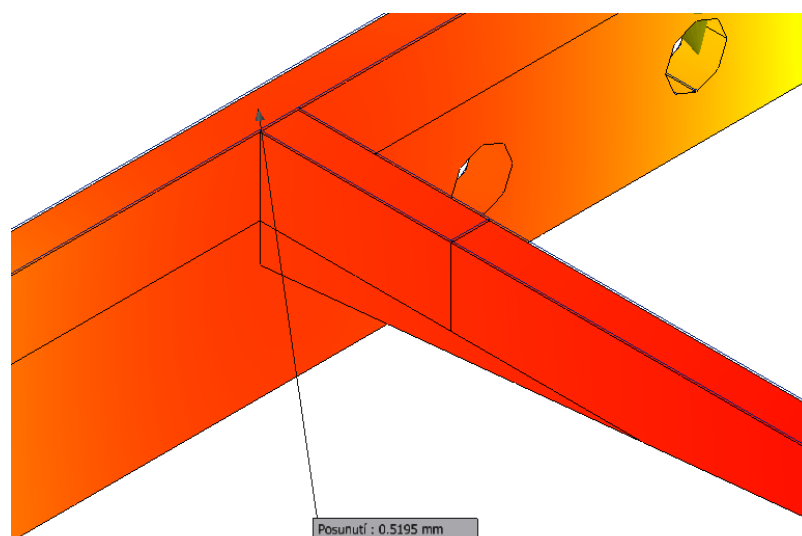
9.7 Posunutí

Typ: Posunutí
Jednotka: mm
5/8/2017, 3



Obr. č. 9.14 Posunutí

Obr. č. 9.13 Detail napětí
Von Mises



Obr. č. 9.15 Detail posunutí

Výpočty

A) Deformace:

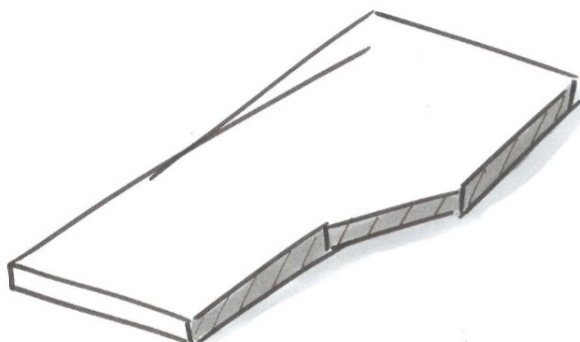
Na Obr. č. 9.11 můžeme vidět, že maximální napětí se nachází přibližně v místě působení síly. Když toto napětí porovnáme s hodnotou mezí kluzu z tabulky Obr. č. 9.2, tak zjistíme, že daná konstrukce vyhovuje tomuto zatížení.

B) Posunutí:

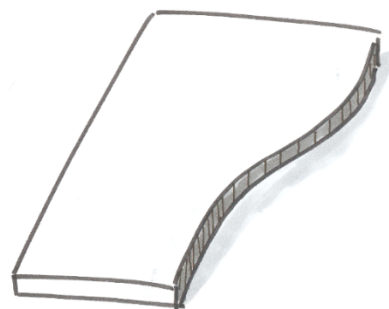
Na Obr. č. 9.14 můžeme vidět, že maximální posunutí rámu, se nachází mezi působeními zadních sil a činí přibližně 0,52 mm a je zanedbatelné. O něco větší posunutí se nachází na kraji nosníku, ale toto posunutí lze zanedbat z důvodu prohnutí rámu konstrukce, nikoli nosníku.

10 Návrh plochy pro trenažér

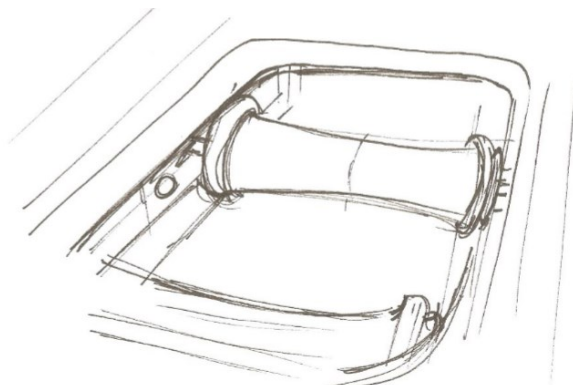
V této kapitole se budeme zabývat umístěním plochy na rámovou konstrukci. Tato plocha je tvořena dřevěnými latěmi. V úvodu této kapitoly budou představeny dva návrhy řešení rozšíření zadní části trenažéru a jedna představa řešení otvorů pro cyklistické válce.



Obr. č. 10.1 Skica zkosený bok



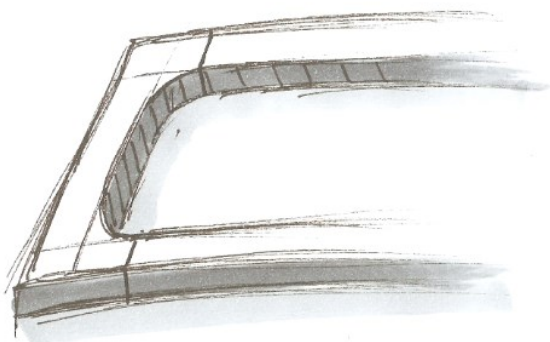
Obr. č. 10.2 Skica zaoblený bok



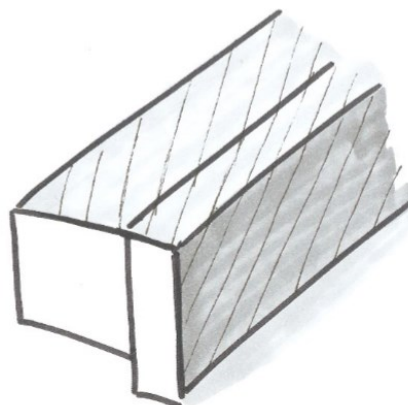
Obr. č. 10.3 Skica perspektivy umístění válců

Na základě těchto skic jsem zvolil variantu na Obr. Č. 10.2 se zaobleným bokem. Tato varianta má totiž spojitost s vykrojením otvoru ve středu plochy pro cyklistické válce. Otvor pro cyklistické válce se bude skládat celkem ze čtyř částí. Dvě části jsou tvořeny latěmi a zbylé dvě jsou desky, kde jsou vyfrézované zaoblení.

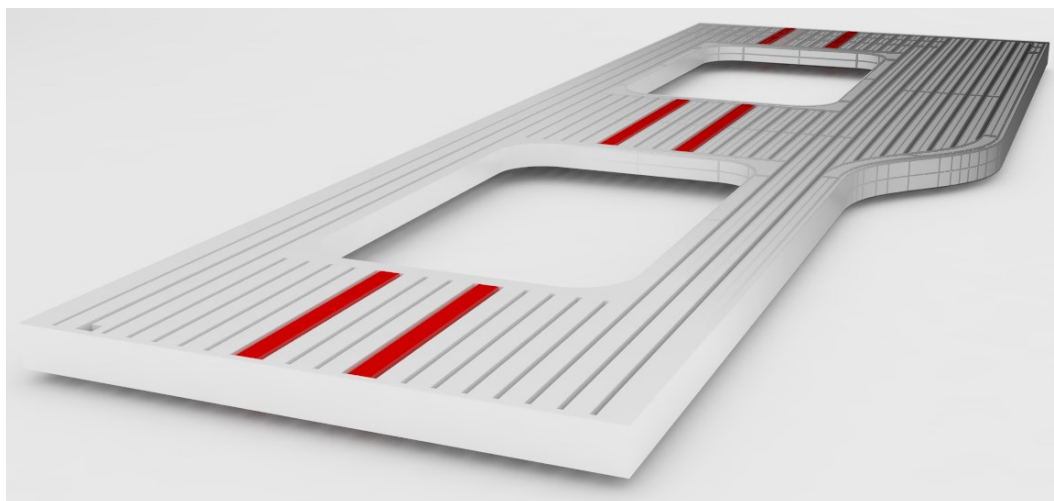
Po určení tvaru plochy pro trenažér bylo potřeba tento návrh dokončit a vyřešit problematiku viditelných nosníků konstrukce a celkový vzhled této plochy. Tato plocha, jak již bylo zmíněno v úvodu, je tvořena dřevěnými latěmi. Ze skici na Obr. Č. 10.5 jsem usoudil, že nejlepším řešením bude tyto latě k sobě přilepit, aby šrouby nenarušili celkový vzhled.



Obr. č. 10.4 Skica složení latí s deskou



Obr. č. 10.5 Skica latí



Obr. č. 10.6 Rhino V-Ray vizualizace plochy

10.1 Volba dřeva

Pro latě jsem si zvolil bukové dřevo, které má nejpříznivější vlastnosti pro mé řešení. Je rovnoláknité se širokými dřeňovými paprsky a má jemnou a pravidelnou texturu. Jeho mechanické vlastnosti se vyznačují vysokou pevností v tlaku, díky jeho houževnatosti jsou jeho předpoklady pro ohýbání ideální. Snadno se lepí a je dobře obrobitelné. Buk je dřevo v nábytkářství velmi oblíbené a používá se při výrobě sportovního náčiní.

11 Návrh skříně

Skříň je nepostradatelnou součástí mého řešení návrhu pro trenažér. Skříň by měla plnit funkci modulárního nábytku a měla by být dostatečně velká na to, aby se do ní vešel jak trenažér, tak i cyklistické kolo.

11.1 Volba materiálu skříně

Po průzkumu trhu, jsem usoudil, že nejrozumnější bude použít plošný aglomerovaný materiál. Pod touto kategorií se nacházejí například dřevotřískové desky DTD, OSB, MFP a MDF desky.

Pro skříň jsem zvolil jako materiál MDF desky. Název MDF vznikl složením anglického názvu Medium Density Fibreboards (středně hustá vláknitá deska). Tyto desky jsou plnohodnotnou náhradou masivního dřeva, které lze dále povrchově upravovat frézováním v ploše i hraně, dýhováním a laminováním. Mezi jejich klady patří především jejich snadná údržba. Použitím dalších přísad při výrobě těchto desek lze dosáhnout zlepšení určitých

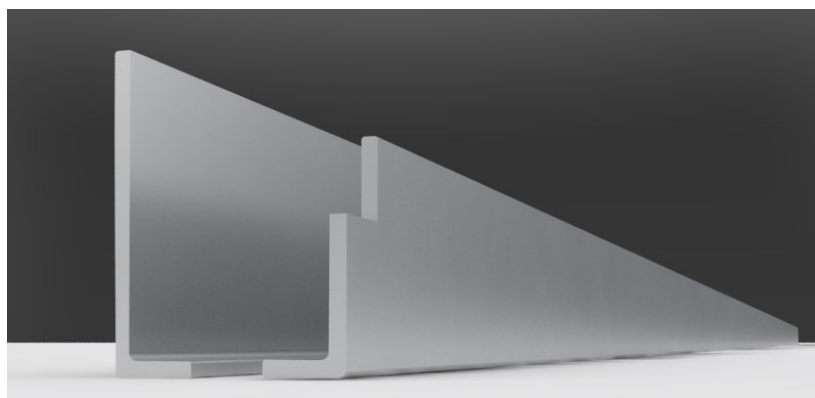
vlastností, jako jsou lepší odolnost proti vlhkosti, ohni a lepší obrobiteľnosť. Desky jsou především vyráběné z dřevěných smrkových vláken. Používají se hlavně v nábytkářském průmyslu a truhlářství. [15]

11.2 Dýhování skříně

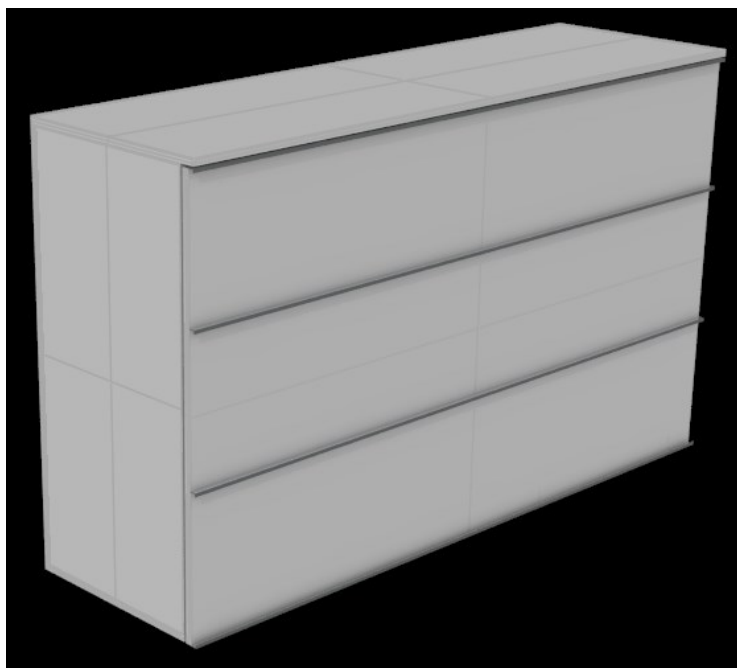
Nedílnou součástí výroby skříně je i její odýhování. Dýha je hlavním prvkem a rozhoduje o tom, jak bude skříň jako celek vypadat a zda bude do interiéru zapadat. Dýha se na skříň aplikuje pomocí lepidla a lisu. Pro moji skříň jsem zvolil dýhu s názvem jasan evropský. Je dobře dostupný, nachází se ve střední cenové kategorii a má světlý charakter.

11.3 Úchytky pro skříň

Jelikož se dveře skříně vyklápějí směrem dolů, je zapotřebí k nim připevnit takový typ úchytok, který zajistí nosnost celých dveří společně s trenažérem. Ideálním i použitým řešením jsou hliníkové profily L. Vyrábějí se v délce šesti metrů, a tedy jsou použitelné v celé délce skříně jako jeden kus. Styčná plocha úchytky s podlahou je velmi vysoká, a tudíž nedochází k otlačení či poškrábání podlahy a také tyto úchytky zajišťují, že se nepoškrábou dveře o nečistoty na zemi. Úchytky jsou od sebe odsazeny po 40 cm a tím plní funkci modulárního nábytku, na který se dá dále navazovat. Na mé skříni se nachází celkem čtyři tyto úchytky. Dvě úchytky jsou přišroubovány po stranách skříně. Zbývající úchytky s osazenými kraji jsou přilepeny do předem vyfrézovaných otvorů v prostřední části skříně. Celá tato skříň stojí na plastových podnožích.



Obr. č. 11.1 Hliníkové profily L – Rhino model

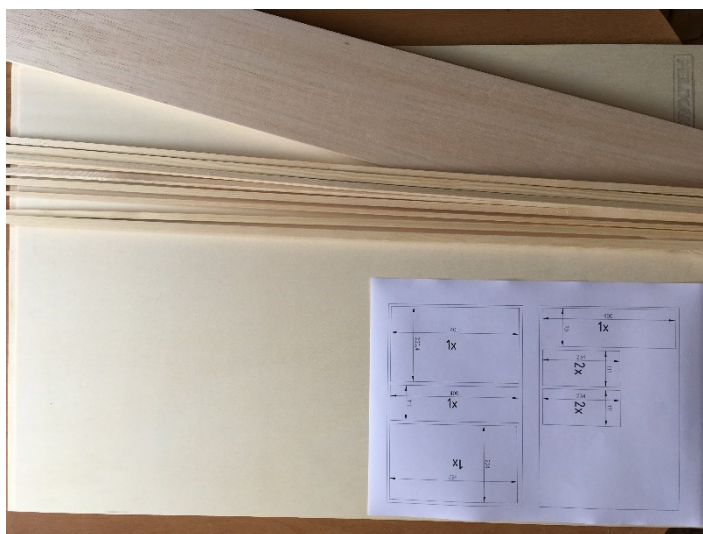


Obr. č. 11.2 Rhino model skříně s úchytkami

12 Výroba modelu

Náplní této kapitoly bude výroba mého modelu od úplného začátku až k samotnému konci. Pro plynulý chod výroby bylo zapotřebí si dopředu stanovit jednotlivé kroky a měřítko, ve kterém bude model zhotoven.

Prvním krokem bylo zapotřebí vytvořit střížný plán, aby se zamezilo buď zakoupení většího množství materiálu, než by bylo potřeba anebo naopak materiálu by bylo málo a musel by se dokupovat.



Obr. č. 12.1 Zakoupený materiál s dělicím plánem

12.1 Dělení materiálu

Když jsem měl vše k výrobě k dispozici, mohl jsem začít s dělením materiálu, dle předlohy, kterou jsem měl připravenou. Smrkové nosníky představující latě, které jsem řezal za pomoci lupenkové pily. Středně velký materiál jsem dělil pomocí přímočaré pily a delší plochy jako jsou strany skříně pomocí cirkulárky. Pokud bylo potřeba, do materiálu jsem vyvrtal díry a pomocí přímočaré pily vyřezal střed. Tvar cyklistické válce jsem vysoustružil pomocí soustružnických nožů.



Obr. č. 12.2 Vyřezávání středů ploch



Obr. č. 12.3 Rýsování

12.2 Lepení a dýhování

Po úspěšném dělení materiálů následovalo tyto části slepit a skříň odýhovat popřípadě potřebné prvky nastříkat barvou. K lepení malých částí jsem použil lepidlo Pattex express. Desky skříně byly k sobě taktéž přilepeny, a z důvodu bezpečnosti i přibity k sobě za pomoci hřebíků. Dvířka skříně drží na pantech, které jsem zakoupil v leteckém modelářství. Dýha byla přilepena na skříň za pomoci disperzního lepidla. Přebytkovou dýhu jsem ořezal a nechal malé přídavky na broušení. Jako další krok následovalo natření dýhy pomocí lněného oleje. Po zaschnutí se celá skříň potřela tvrdým voskem a vyleštila pomocí flanelové hadry.



Obr. č. 12.4 Dýhování skříně



Obr. č. 12.5 Lepení



Obr. č. 12.6 Soustružení



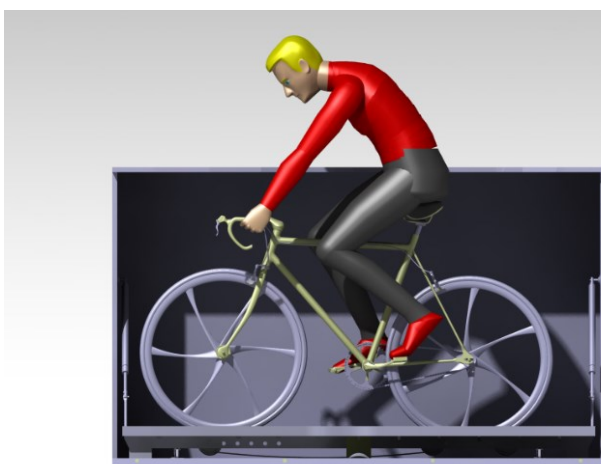
Obr. č. 12.7 Skříň



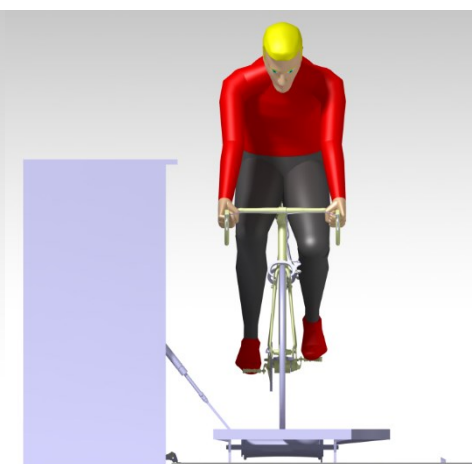
Obr. č. 12.8 Trenažér

13 Catia Human Builder

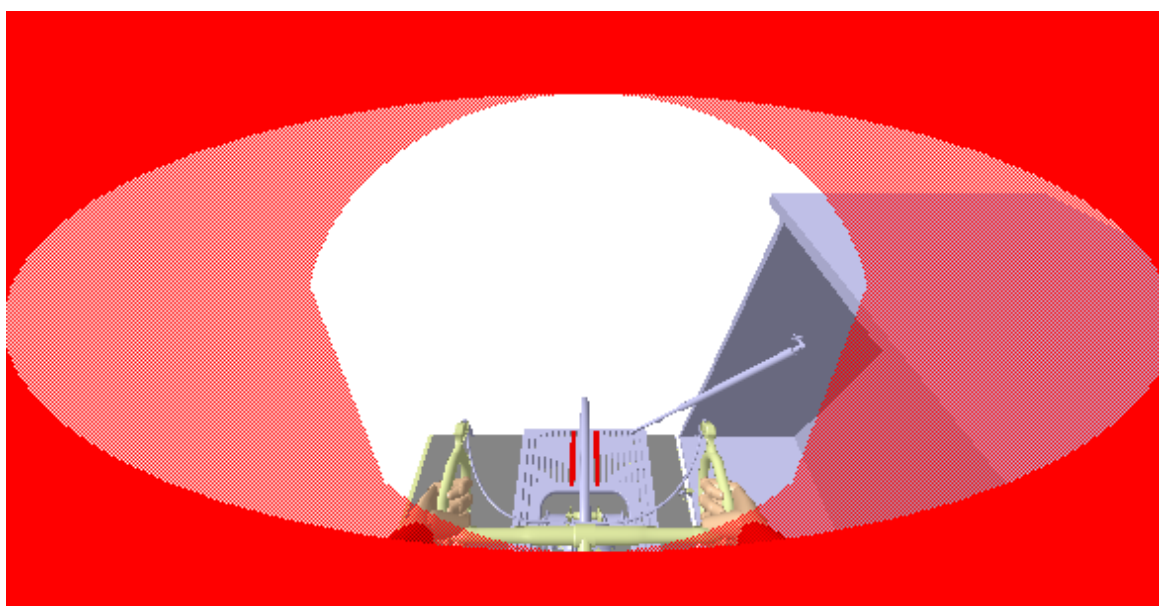
V prostředí Catia Ergonomics Design & Analysis - Human Builder jsem do svého modelu zařadil i manekýna. Manekýna jsem v prvním případě posadil na cyklistické kolo. V druhém případě je ukázka při nasedávání či sesedávání z kola. Mé řešení usnadňuje práci a zvyšuje bezpečnost při již zmíněných činnostech cyklisty před zahájením či ukončením jízdy. Díky funkce Open Vision Window mi je umožněno na Obr. č. 13.3 zobrazit pohled cyklisty při jízdě na kole. Z tohoto pohledu cyklista jasně vidí červené pruhy trenažéru, které mu pomáhají zpřehlednit celkovou pozici, kde se právě nachází. Na Obr. č. 13.2 můžeme vidět, že trenažér je dostatečně vzdálený od kraje skříně a tím nehrozí, že by o ní cyklista zavadil.



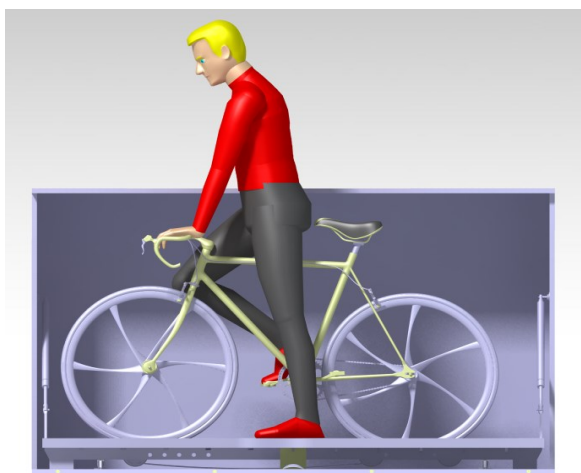
Obr. č. 13.1 Cyklista pohled zprava



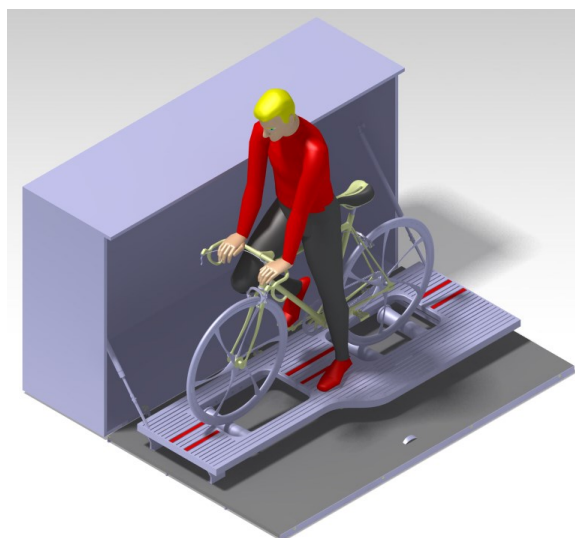
Obr. č. 13.2 Cyklista pohled zepředu



Obr. č. 13.3 Pohled cyklisty při jízdě na kole



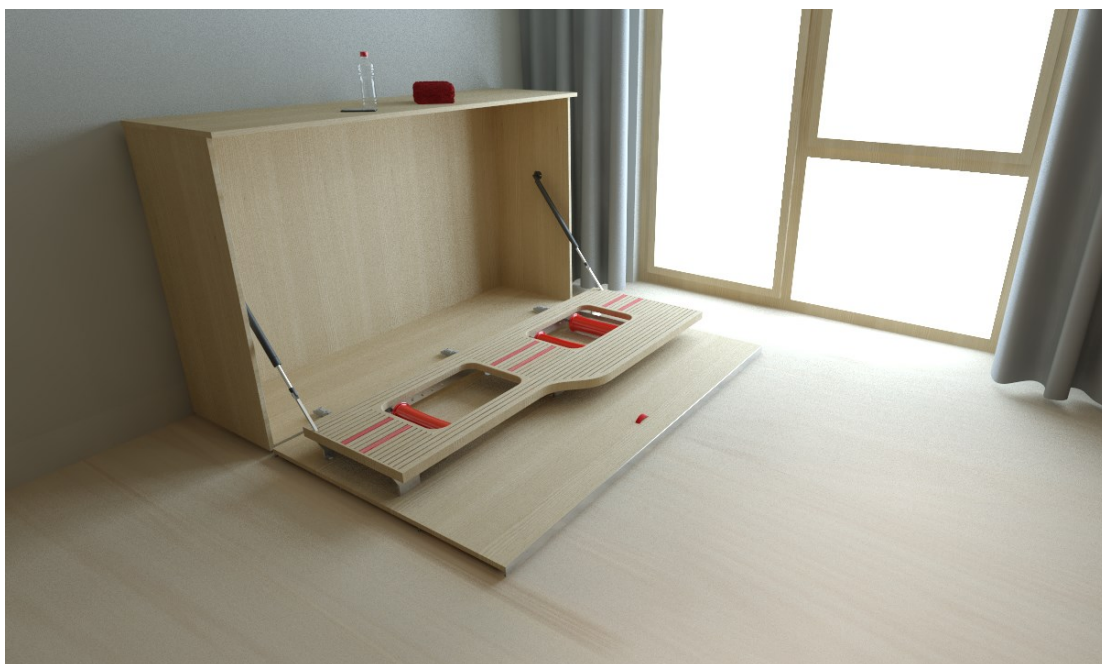
Obr. č. 13.4 Nastupování na kolo



Obr. č. 13.5 Nastupování na kolo perspektiva

14 Vizualizace

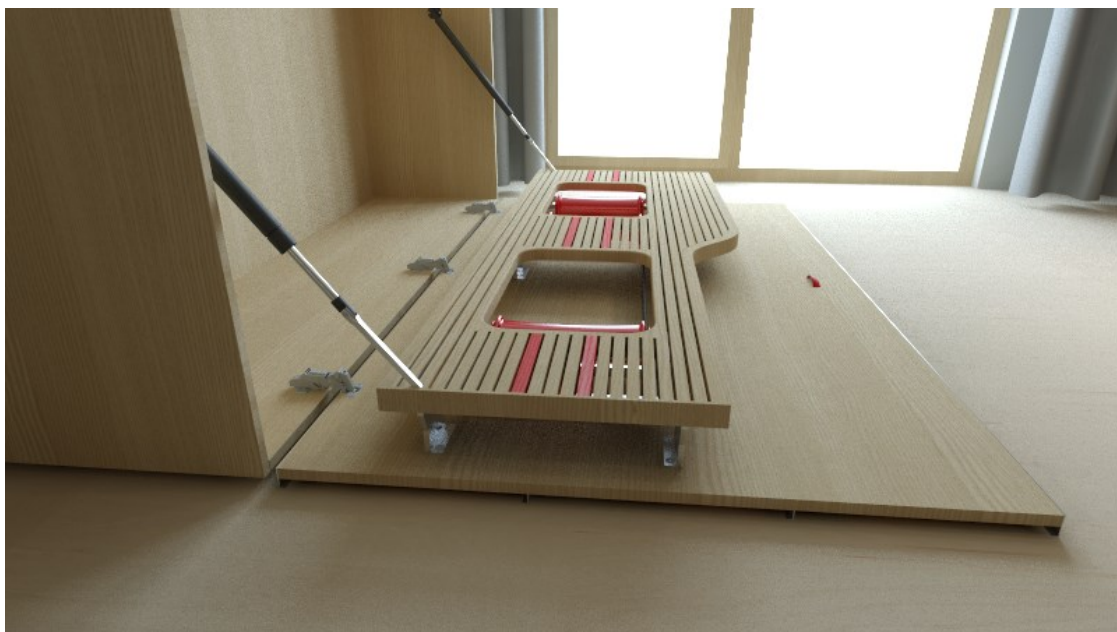
Vizualizace a 3D model jsem vytvořil v prostředí Rhino společně se zásuvným modulem V-Ray. Tento modul nabízí vysoce fotorealistický výstup, mnoho funkcí pro přizpůsobení scény a vysoký výpočetní výkon. Pro lepší vizualizaci jsem přidal do modelu kování od firmy Blum a cyklistické kolo. Celá tato kompozice je doplněna o mobilní telefon, ručník a láhev s pitím. [16][17]



Obr. č. 14.1 Vizualizace Rhino V-Ray



Obr. č. 14.2 Vizualizace Rhino V-Ray



Obr. č. 14.3 Vizualizace Rhino V-Ray



Obr. č. 14.4 Vizualizace Rhino V-Ray



Obr. č. 14.5 Vizualizace Rhino V-Ray

15 Závěr

Hlavním úkolem designerů je přicházet na inovativní nápady, lepší způsoby řešení, snažit se přizpůsobit produkt uživateli a usnadňovat mu tak manipulaci s ním. Posunovat dále hranice kreativity do světa. Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout trenažér pro kolo, který by splňoval pravidla ergonomie, byl skladný, variabilní, chytrý, doplněn o sportovní vzhled, umožnil jednoduchý a rychlý přístup, působil lehce a dal by se zakomponovat do interiérového nábytku a v budoucnu by mohl obohatit prostory v našich domácnostech.

Tato práce mi nabídla pohled do dnešního světa cyklistiky a způsobu trénování cyklistů na vysoké úrovni před závodem nebo v pohodlí domova za nepříznivého počasí. Poznání pro mne nových konstrukčních technologií, materiálů, nábytkové výroby a využití pravidel ergonomie v praxi.

Prioritní bylo navrhnout trenažér zakomponovaný do nábytku, s kterým by se dalo rychle a snadno manipulovat, a proto jsou zde plynové píсты, které odvedou téměř veškerou práci při sklápění či zaklápění trenažéru. Díky rozšířené ploše od středu trenažéru po zadní část je umožněno uživateli snadno a bezpečně nasednou či sesednout z kola.

V průběhu vypracování bakalářské práce jsem vyrobil fyzický model z dřevěného materiálů. Průběh výroby jsem popsal a zdokumentoval fotografiemi.

Významným výstupem mé bakalářské práce je podaná žádost na Úřad průmyslového vlastnictví o registraci průmyslových vzorů s názvy „Cyklistický trenažér“ a „Nábytková skříň.“

16 Seznam zdrojů a literatury

- [1] *Heureka* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z:
<https://cyklotrenazery.heureka.cz/elite-real-turbo-muin/specifikace/#section>
- [2] *PROLOG BIKE SHOP* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z:
<http://www.prologshop.cz/trenazer-elite-real-turbo-muin-b-p18749>
- [3] *Kupkolo* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z:
https://www.kupkolo.cz/cyklotrenazer-elite-turbo-muin-pevna-osa_z98389/
- [4] *CyklistikaKrnov* [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z:
<http://www.cyklistikakrnov.com/Cykloinformace/Cyklotrenazery.htm>
- [5] *Insportline* [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z:
<https://www.insportline.cz/7800/cyklisticky-trenazer-roto-ghibli-vzduchovy>
- [6] *Kupkolo* [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z:
https://www.kupkolo.cz/valce-elite-arion_z90038/
- [7] *Kupkolo* [online]. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z:
https://www.kupkolo.cz/elite-novo-force-elastogel-cerveny-5-stupnu-zateze-2016_z92661/
- [8] *Tacx* [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z:
<http://www.tacx.cz/produkt/cyklotrenazer-t2060-ironman-smart-cerna/04012052/40010>
- [9] *Tacx* [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z:
<https://tacx.com/product/tacx-ironman-smart/>
- [10] *Objectguerilla* [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z:
<http://objectguerilla.blogspot.cz/2013/03/henry-dreyfuss.html>
- [11] *Plynové vzpěry* [online]. [cit. 2017-02-23]. Dostupné z:
<http://www.plynovevzpery.eu/>
- [12] *Plynové pružiny shop* [online]. [cit. 2017-02-23]. Dostupné z:
<https://www.plynovepruzinyshop.cz/kalkulator/>

- [13] *Kupkolo* [online]. [cit. 2017-02-23]. Dostupné z:
https://www.kupkolo.cz/nahradni-guma-k-valcum-force_z97355/
- [14] *STROJMETAL aluminium forging* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z:
<http://www.strojmetal.cz/tabulka-slitin>
- [15] *DDL Dřevozpracující družstvo* [online]. [cit. 2017-02-25]. Dostupné z:
<http://www.ddl.cz/produkty-a-sluzby/drevovlaknity-desky-mdf-luhopol.html>
- [16] *GRABCAD COMMUNITY* [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z:
<https://grabcad.com/library/blum-70t7500ntl-for-render-1>
- [17] *GRABCAD COMMUNITY* [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z:
<https://grabcad.com/library/bike-bike-rims-1>
- [18] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4
- [19] S. Gilbertová - O. Matoušek, *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002. : il. ISBN 80-247-0226-6
- [20] KALÁB, Květoslav a Milena HRUDIČKOVÁ. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: návody do cvičení*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80248-1290-8
- [21] DEJL, Zdeněk a Milena HRUDIČKOVÁ. *Konstrukce strojů a zařízení I: spojovací části strojů. Návrh, výpočet, konstrukce*. 1. vyd. Ostrava: Montanex, 2000. ISBN 80-722-5018-3
- [22] NĚMČEK, Miloš a Milena HRUDIČKOVÁ. *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů: spoje*. 2. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008, 111 s. ISBN 978-80-248-1782-8.

Seznam obrázků

Obr. č. 1.1 Analýza typu trenažerů	13
Obr. č. 2.1 Trenažér s odporovou kapalinou a cyklistou [2]	14
Obr. č. 2.2 Trenažér real turbo muin-B [3]	14
Obr. č. 2.3 Trenažér s odporem vzduchu [5]	15
Obr. č. 2.4 Cyklistické válce – rozložené [6]	16
Obr. č. 2.5 Cyklistické válce – složené [6]	16
Obr. č. 2.6 Trenažér s magnetickou brzdou [7]	16
Obr. č. 2.7 Detail rychloupínače [7]	16
Obr. č. 2.8 Trenažér s magnetickou brzdou – pohled zezadu [7]	17
Obr. č. 2.9 Tacx – t2060 s cyklistou [8]	17
Obr. č. 2.10 Tacx – t2060 – detail [9]	17
Obr. č. 2.11 Tacx – t2060 [9]	18
Obr. č. 5.1 Dreyfuss ergonomie [10]	19
Obr. č. 5.2 Nastupování na kolo	20
Obr. č. 5.3 Schéma pro návrh skic	20
Obr. č. 5.4 Skica trenažeru v podlaze	20
Obr. č. 5.5 Trenažér v podlaze – Rhino model	21
Obr. č. 5.6 Skica uzavřené skříně	21
Obr. č. 5.7 Uzavřená skříň – Rhino model	21
Obr. č. 5.8 Skica otevřené skříně	22

Obr. č. 5.9 Otevřená skříň – Rhino model	22
Obr. č. 5.10 Skica otevřené skříně	23
Obr. č. 5.11 Otevřená skříň – Rhino model	23
Obr. č. 6.1 Plynový píst – V-Ray vizualizace	24
Obr. č. 6.2 Tabulka rozměrů	24
Obr. č. 6.3 Umístění vzpěry ve skříně	24
Obr. č. 6.4 Grafický průběh sil.....	24
Obr. č. 6.5 Schéma čepového spoje	25
Obr. č. 7.1 Cyklistický válec – Rhino V-Ray vizualizace	27
Obr. č. 7.2 Elastická guma [13]	27
Obr. č. 7.3 Ložisko 6203-2Z – Rhino V-Ray	27
Obr. č. 7.4 Upevňovací šroub – Rhino V-Ray.....	28
Obr. č. 8.1 Skica variant pák č. 1	28
Obr. č. 8.2 Skica varianta ramena páky č. 2.....	29
Obr. č. 8.3 Přejít mezi ramenem páky a plynovým pístem – Rhino model	29
Obr. č. 8.4 Rámová konstrukce Rhino V-Ray vizualizace.....	30
Obr. č. 9.1 Inventor model.....	31
Obr. č. 9.2 Staticko-mechanické parametry prvků [14]	31
Obr. č. 9.3 Síťování.....	32
Obr. č. 9.4 Dotyky – separace.....	33
Obr. č. 9.5 Umístění síly 1	34

Obr. č. 9.6 Umístění síly 1	34
Obr. č. 9.7 Zadání síly 2	34
Obr. č. 9.8 Zadání síly 1	34
Obr. č. 9.9 Umístění síly 2	34
Obr. č. 9.10 Napětí Von Mises	34
Obr. č. 9.11 Velikost napětí	34
Obr. č. 9.12 Detail napětí Von Mises	35
Obr. č. 9.13 Detail napětí Von Mises	35
Obr. č. 9.14 Posunutí	35
Obr. č. 9.15 Detail posunutí	36
Obr. č. 10.1 Skica zkosený bok	37
Obr. č. 10.2 Skica zaoblený bok	37
Obr. č. 10.3 Skica perspektivy umístění válců	37
Obr. č. 10.4 Skica složení latí s deskou	37
Obr. č. 10.5 Skica latí	37
Obr. č. 10.6 Rhino V-Ray vizualizace plochy	38
Obr. č. 11.1 Hliníkové profily L – Rhino model	39
Obr. č. 11.2 Rhino model skříně s úchytkami	40
Obr. č. 12.1 Zakoupený materiál s dělicím plánem	40
Obr. č. 12.2 Vyřezávání středů ploch	41
Obr. č. 12.3 Rýsování	41

Obr. č. 12.4 Dýchování skříně	42
Obr. č. 12.5 Lepení	42
Obr. č. 12.6 Soustružení	42
Obr. č. 12.7 Skříň.....	42
Obr. č. 12.8 Trenažér	42
Obr. č. 13.1 Cyklista pohled zprava	43
Obr. č. 13.2 Cyklista pohled zepředu	43
Obr. č. 13.3 Pohled cyklisti při jízdě na kole	43
Obr. č. 13.4 Nastupování na kolo.....	44
Obr. č. 13.5 Nastupování na kolo perspektiva	44
Obr. č. 14.1 Vizualizace Rhino V-Ray	44
Obr. č. 14.2 Vizualizace Rhino V-Ray	45
Obr. č. 14.3 Vizualizace Rhino V-Ray	45
Obr. č. 14.4 Vizualizace Rhino V-Ray	46
Obr. č. 14.5 Vizualizace Rhino V-Ray	46

Seznam použitých programů

[23] Rhinoceros 5.0, Renderovací modul V-Ray

[24] Adobe Photoshop CS6

[25] Adobe Illustrator CS6

[26] Autodesk Inventor Professional 2015

[27] Catia

Seznam příloh

[28] Dokumentační CD

[29] Výkresová dokumentace 1xA1, 1xA3